



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018”

### **TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR:

Flores Sánchez Jaenpier Leonardo

ASESOR:

Dr. Panta Salazar Javier Francisco

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva


LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don(a) **Jaenpier Leonardo Flores Sánchez**, cuyo título es: "**Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018**"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **13 Trece.**

Lima, San Juan de Lurigancho, **12 de Diciembre del 2018**

  
 .....  
**Dr. Robert Julio Contreras Rivera**  
 PRESIDENTE

  
 .....  
**Dr. Javier Francisco Panta Salazar**  
 SECRETARIO

  
 .....  
**Mg. Pedro Pacherez Acaro**  
 VOCAL

					
Elabora	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobo	Vicerrectorado de Investigación

## DEDICATORIA

A MIS PADRES: JOSE Y CARMERN

Por su profundo esfuerzo y sacrificio cuando era niño para criarme de la mejor manera, para ellos va dedicado toda mi labor.

A MI MÁS GRANDE MOTOR A SEGUIR, MI ABUELA GELACIA

Por su amor eterno y comprensión, por su sonrisa al verme estudiar y seguir adelante.

A MIS DOS HERMANOS: WILMER Y MARTIN

Por ser eternos compañeros inseparables en este camino, por su cariño y amistad incondicional.

Y PARA MI SOBRINO: ABEL JACKIEL

Por su sonrisa brillando en mi rostro por cada vez que nos vemos y compartimos, un amor y cariño inmenso.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los ingenieros Javier Francisco Panta Salazar.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Jaenpier Leonardo Flores Sánchez con DNI N° 74871016, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de octubre del 2018



Jaenpier Leonardo Flores Sánchez

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018”, con la finalidad de establecer un modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial.

Este trabajo está dividido en siete capítulos y anexos. Los capítulos mencionados son: I. Introducción, II. Método, III. Resultados, IV. Discusión, V. Conclusiones, VI. Recomendaciones y VII. Referencias.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Jaenpier Flores Sánchez

## Índice general

<b>PAGINA DE JURADO</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>IV</b>
<b>DECLARACION DE AUTENTICIDAD</b>	<b>V</b>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>VI</b>
<b>INDICE</b>	<b>VII</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>XIII</b>
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1 Realidad problemática.....	15
1.2 Trabajos previos .....	17
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	22
1.4 Formulación del problema .....	27
1.4.1 Problema general.....	27
1.4.2 Problemas específicos .....	27
1.5 Justificación del estudio .....	27
1.6 Hipótesis.....	29
1.6.1 Hipótesis general.....	29
1.6.2 Hipótesis específicas .....	29
1.7 Objetivos .....	29
1.7.1 Objetivo general .....	29
1.7.2 Objetivos específicos.....	29
II. MÉTODO.....	30
2.1 Diseño de la investigación.....	31
2.2 Variables, operacionalización .....	31
2.2.1 Variables.....	31
2.2.2 Operacionalización de las variables .....	32
2.3 Población y muestra .....	33
2.3.1 Población.....	33
2.3.2 Muestra.....	33
2.4 Métodos de análisis de datos .....	34
2.5 Aspectos éticos.....	35
III. RESULTADOS.....	36
3.1 Datos de la empresa.....	37
3.1.1 Generalidades .....	37
3.1.2 Organigrama.....	37
3.2 Situación actual .....	38

3.3	Clientes insatisfechos .....	38
3.4	Costos actuales del transporte de carga por carretera.....	39
3.5	Desarrollo del algoritmo de Clarke y Wright.....	41
3.6	Impacto del Algoritmo de los Ahorros en los costos operativos.....	49
3.6.1	Análisis Técnico.....	49
3.6.2	Análisis Inferencial .....	50
3.6.3	Prueba de Hipótesis.....	52
IV.	DISCUSIÓN .....	56
V.	CONCLUSIONES .....	58
VI.	RECOMENDACIONES .....	60
VII.	REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS .....	62
	ANEXOS.....	66
	Anexo de Matriz de Consistencia.....	78



## Índice de tablas

Tabla 1: Operacionalización de variables de Brandom S.A.C. 2018 .....	32
Tabla 2: Costo combustible Brandom S.A.C 2018 .....	40
Tabla 3: Costo de Mano de Obra Brandom S.A.C. 2018.....	40
Tabla 4: Costos de Mantenimiento de Brandom S.A.C. 2018 .....	40
Tabla 5: Costos totales del servicio de transporte .....	41
Tabla 6: Comparación de recorrido de rutas –Cliente International - Lurín .....	42
Tabla 7: Algoritmo de los ahorros - Lurín .....	43
Tabla 8: Comparación de recorridos Cliente Smart Business - Chincha .....	46
Tabla 9: Método de los Ahorros - Chincha .....	47
Tabla 10: Kilómetros optimizados con el Algoritmo de los Ahorros .....	49
Tabla 11: Costos Optimizados con el Algoritmo de los Ahorros.....	49
Tabla 12: Prueba de normalidad Costos Operativos .....	50
Tabla 13: Prueba de Normalidad Costos Fijos .....	51
Tabla 14: Prueba de Normalidad Costos Variables.....	51
Tabla 15: Prueba T - Hipótesis General .....	52
Tabla 16: Prueba de muestras emparejadas.....	52
Tabla 17: Prueba T - Hipótesis Específica 1 .....	53
Tabla 18: Prueba de muestras emparejadas.....	54
Tabla 19: Prueba T - Hipótesis específica 2.....	55
Tabla 20: Prueba de muestras emparejadas.....	55
Tabla 21: Ponderación de los problemas de asignación de rutas, Callao, año 2018. ....	67
Tabla 22: Ventas Brandom S.A.C. 2018.....	68

## Índice de figuras

Figura 1: Organigrama de Brandom S.A.C.....	37
Figura 2: Nivel de ventas por cliente 2018.....	38
Figura 3: Mapeo de Cliente International S.A.C. lurin .....	39
Figura 4: Mapeo de Cliente Smart Bussines One – chincha .....	39
Figura 5: Propuesta de mejora International S.A.C. – Lurín parte 1 .....	43
Figura 6: Propuesta de mejora International - Lurín parte 2 .....	45
Figura 7: Propuesta de Mejora Smart Business - Chincha parte 1 .....	47
Figura 8: Propuesta de Mejora Smart Business - Chincha parte 2 .....	48
Figura 9: Propuesta de Mejora Smart Business - Chincha parte 3 .....	48
Figura 10: Problemas de asignación de rutas, Brandom S.A.C. 2018.....	69
Figura 11: Problemas significativos de asignación de rutas, Callao .....	70
Figura 12: Representación gráfica del concepto de algoritmo de Clarke y Wright .....	71
Figura 13: Proyección de ventas 2018 .....	71
Figura 14: Recorrido actual de International S.A.C Lurín parte 1 .....	72
Figura 15: Recorrido actual de International S.A.C Lurín parte 2 .....	72
Figura 16: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chincha parte 1 .....	73
Figura 17: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chincha parte 2 .....	73
Figura 18: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chincha parte 3 .....	74
Figura 19: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chincha parte 4 .....	74

## **Índice de instrumentos**

Instrumento 1: Costos por camiones .....	75
Instrumento 2 : Costo de mano de obra.....	75
Instrumento 3: Costo de mantenimiento .....	75
Instrumento 4: Hoja de ruta.....	76
Instrumento 5: Base de Datos – SPSS.....	77

## RESUMEN

“La presente tesis busco Establecer un modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018, a través de la aplicación de la heurística del algoritmo de los ahorros. El estudio se aplicó a una muestra no probabilística de 2 rutas escogidas para el estudio en un periodo de tiempo determinado, realizando un estudio pre-experimental, pues por medio del mapeo de las rutas del GPS Clocator empleado, implementaron mejoras en el servicio de transporte. El mapeo estableció el tipo de ruta que se empleaban en dando como resultado una ruta con costos operativos elevados. Las mejoras realizadas con el algoritmo de los ahorros que ayudo a encontrar rutas más cortas, con respecto a las dimensiones costos fijos y costos variables permitió minimizar los costos operativos en un 10.81% y 3.69% respectivamente. Como resultado del análisis inferencial de la variable dependiente (Costos Operativos), se demostró que los datos de los costos operativos antes fueron de 0.153 y los costos operativos después fue es 0.240, estos datos fueron mayores a 0.05, por lo que se optó por hacer la prueba de hipótesis con el T-Student. Con la prueba T-Student, se demostró que tanto los operativos, fijos y variables del post-test a comparación con el pre-test, fue mayor, por lo que, según la regla, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que la aplicación del algoritmo de los ahorros en el servicio de transporte de ruta minimizo los costos operativos de la empresa Brandom S.A.C”.

**Palabras Claves:** Algoritmo de los ahorros, costos fijos, costos variables

## **ABSTRACT**

"This thesis seeks to establish a heuristic model of route allocation to minimize the operating costs of the Route Transport Service of the company Brandom S.A.C, in the year 2018, through the application of the savings algorithm heuristic. The study was applied to a non-probabilistic sample of 2 routes chosen for the study in a given period of time, carrying out a pre-experimental study, because by mapping the GPS Clocator routes used, they implemented improvements in the transport service . The mapping established the type of route used in resulting in a route with high operating costs. The improvements made with the savings algorithm that helped to find shorter routes, with respect to the fixed costs and variable costs dimensions allowed to minimize the operating costs by 10.81% and 3.69% respectively. As a result of the inferential analysis of the dependent variable (Operating Costs), it was shown that the operating cost data before was 0.153 and the operating costs after was 0.240, these data were higher than 0.05, so it was decided to do the test of hypothesis with the T-Student. With the T-Student test, it was shown that both the operative, fixed and variable post-test compared to the pre-test, was higher, so, according to the rule, the null hypothesis is rejected and the hypothesis is accepted Alternate, with the results obtained, it was concluded that the application of the savings algorithm in the route transport service minimized the operating costs of the Brandom SAC company ". "

**Key words:** Algorithm of savings, fixed costs, variable costs

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática**

El rubro de transporte de carga pesada es un servicio que se mantiene por las diversas operaciones que se realizan para el comercio interior y proveniente del exterior, en este último cuando se hacen las movilizaciones de puerto a puerto. “El transporte siempre ha jugado un papel importante en la economía de los países, y actualmente se ha tornado más relevante debido al fenómeno de la globalización, dado que es un factor determinante en la competitividad” (Mendoza, Alfaro, & Patermina, 2015, pág. 30)

El servicio de transporte de carga se vuelve importante a lo largo de la cadena de la logística integral pues “su principal función, es el de otorgar funcionalidad al comercio, puesto que permite la entrega de los productos, como también la recolección, movilización y almacenaje” (Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2015, p.7). El vicepresidente de la Asociación Marítima del Perú, Diego Galindo, menciona que “el transporte y las mermas representan el 37% de los costos logísticos peruanos” (Galindo, 2018).

El Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR) menciona que “los sobre-costos logísticos en Perú como porcentaje del valor producto ascenderían al 34% superior al promedio de 24% en América Latina mientras que en Chile los sobre-costos logísticos son solo del 15% del valor del producto y en Brasil y México son de 26% y 20% respectivamente” (MINCETUR, 2016, pág. 10). Para explicar las consecuencias de los sobre-costos logísticos de seguir incrementándose, el viceministro de Comercio Exterior indicó que “tener un sobre-costos logístico que bordea el 50%, es algo que, en términos internacionales, implica sacarnos del mercado” (Vásquez, 2017) . Se puede decir que el país está en una situación de estancamiento o retroceso pues los costos logísticos no mejoran, y estos están principalmente asociados a la distribución y abastecimiento

Francisco Ruíz, director General de Facilitación de Comercio Exterior del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo sostiene que:

Hoy en día los mercados competitivos demandan una completa trazabilidad de la cadena, La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) plantea que una empresa que logra automatizar sus procesos lograría ahorrar sus costos alrededor del 30%. (Ruiz, 2018)

Existen diversas metodologías para ayudar a encontrar soluciones a estos problemas logísticos que involucran al transporte de mercadería, entre ellas se encuentra la Investigación de Operaciones (IO) que es “una herramienta científica y cognoscitiva que el hombre ha construido (...) con el objetivo de encontrar la mejor solución óptima a un problema” (Montufar, Flores, & Nelson, 2009, pág. 7). Entre las soluciones que ofrece se encuentra la asignación de rutas que permite “dar al cliente el nivel óptimo de calidad del servicio a un coste mínimo” (Jaime, Manual de Transporte de Mercancías, 2015, pág. 263). Existen varios de métodos de asignación de rutas, como: Método del agente viajero, Método de emparejamiento, Heurísticos de mejora de multi-rutas, esta investigación abarcara el Método de los Ahorros. El Método de los Ahorros se define como “Es el más utilizado para la planificación de rutas (...) El método exige construir una matriz de ahorros de tiempo para todos los pares de destinos posibles” (Jaime, 2010, pág. 272).

El estudio se realiza en la empresa Brandom S.A.C. dedicada al rubro de transporte de carga, con una experiencia de 16 años en el mercado, especializada en el transporte y distribución de mercadería, brindando servicios de Ruta y Operativo; donde el Servicio de Operativo comprenda el transporte de carga en todo el Callao moviendo contenedores de los principales puertos como son APM Terminals y DP World Callao, y el Servicio de Ruta que transporta mercadería a nivel Lima Metropolitana y provincias de todo el Perú. Cabe resaltar que la empresa que el 80% de los servicios son a clientes habituales con destinos y necesidades conocidas y solo el 20% a clientes esporádicos.

El estudio se realiza en el Servicio de Ruta, para ello se realizó un diagrama de Ishikawa donde se observa la demora en la entrega de mercadería (33.85 % mensual), que está generando insatisfacción de los clientes y sobrecostos de operación; esto se debe a diferentes factores como la impuntualidad de choferes, proveedores no tienen la mercancía lista, falta de capacitación, inoperatividad de la flota, paradas por mantenimiento, variabilidad de necesidades técnicas de la flota requerida por los clientes, inadecuada asignación de los recursos, retraso en los viajes, cambios repentinos de puntos de carga, inadecuada programación de rutas, poco control de GPS, poco monitoreo de los viajes y el nulo control de costos (figura 1 de anexo B)



El diagrama de Pareto permitió observar los problemas más críticos siendo estos: la inadecuada programación de rutas, inadecuada asignación de recursos, poco control de GPS, cambio de puntos de carga, y falta de control en los viajes (figura 2 del anexo B)

De continuar esto así se seguirán incurriendo en sobre costos e insatisfacción e los clientes, perdiendo competitividad en el mercado. Por lo cual se pretende encontrar la ruta óptima para la distribución de la mercadería, esperando con ello minimizar los costos operativos de la empresa de transporte Brandom S.A.C.

## **1.2 Trabajos previos**

En materia de esta investigación se encontró antecedentes de estudios que le hacen referencia como:

- De la misma manera (Molina, 2016), denominada “Diseño y Aplicación de una Herramienta para la Optimización de Rutas de Vehículos con Aspectos Medioambientales”, para la cual busco analizar el impacto de actividades medioambientales en el rubro de transporte. Esta investigación presente una solución a los problemas de ruteo de vehículos (VRP) en la que se incluyen diferentes atributos, tales como limitación de la capacidad en los vehículos, programación temporal de entregas y recogidas (ventanas de tiempo) y flota heterogénea, para ello se realizó el algoritmo implementado en esta sección para la resolución del problema HVRP, es decir, sin ventanas de tiempo ni nodos, se basa en la heurística de ahorros. Sea  $Z$  el conjunto de los vehículos,  $N$  el conjunto de clientes con demanda conocida y  $R$  el conjunto de rutas. Este algoritmo presentado forma una ruta de clientes, que se interconectan con almacenes y puntos estratégicos de carga o descarga. A continuación, estas rutas irán fusionándose iterativamente hasta que el conjunto  $R$  tenga una sola ruta o hasta que únicamente las rutas propuestas no sean las más adecuadas para el problema en cuestión. Más específicamente, el algoritmo VNDTS (Variable Neighborhood Descent Tabu Search) aplicado a las rutas reales, incrementó el número de pedidos servidos en torno al 6,8%, en comparación con el método actual utilizado por el jefe del laboratorio. Además, se observó una minimización de un 14.91% de la distancia total recorrida con los mismos recursos con los que ya se trabaja.

- La investigación de (Ardila & Pérez, 2015), denominada “Diseño de rutas de transporte terrestre para el personal operativo nocturno de la sociedad portuaria regional de barranquilla.”, para la cual realizo el estudio de conceptos y obtención de material de investigación sobre VRP (Problemas de ruteo vehicular) bajo la metodología de asignar primero y rutear después (cluster first - route second). A partir de ésta implementación se logra un resultado considerable y representativo para la compañía y los empleados, resolviendo la situación como un problema de ruteo vehicular, se logra establecer rutas lógicas y sincronizadas para hacer un mejor uso del sistema presentándose un ahorro en distancia del 6.83%. Se realiza un análisis donde se presenta los costos iniciales frente a los generados luego de implementar la solución propuesta, y se logra evidenciar una reducción del 3%, además de lograr la utilización de la capacidad de cada flota de manera adecuada, y garantizar la seguridad de los trabajadores.
- Por su parte (Benito, 2015), denominada “Problemas de rutas de vehículos: modelos, aplicaciones logísticas y métodos de resolución”, para obtener el título profesional de Ingeniero en Organización industrial, para la cual busco proponer diferentes métodos informatizados para resolver los problemas de rutas, para ello se realizó diferentes modelos exactos y aproximados, y se establecerán comparaciones entre todos ellos a través de la aplicación de los mismos a un conjunto de problemas, por lo cual el Algoritmo de ahorros de Clarke y Wright es uno de los más difundidos para el VRP(problema de ruteo de vehículos). El VRP es uno de los problemas más importantes de optimización debido a la gran cantidad de casos en los que es aplicable, así como la ventaja competitiva que se conseguiría si se gestionasen las rutas de forma óptima. Además, los dos mejores métodos aproximados han resultado ser la Heurística de localización de Bramel y Simchi- Levi y la metaheurística GRASP, aunque el Algoritmo de Ahorros proporciona soluciones en el 70% de los casos.
- De la misma manera (Sala, 2014), denominada “Un Algoritmo de dos Fases para la Optimización de costos en el traslado de cargas con exceso de dimensiones”, para obtener el título profesional de Maestro en Ciencias en Ingeniería industrial, para la cual busco desarrollar un modelo de optimización, que permita determinar una ruta de traslado, la configuración de vehículos de arrastre y

módulos de carga necesarios en el traslado, de un objetivo indivisible con exceso de dimensiones (overweight) de determinado origen a un destino, costo mínimo, por medio del uso de técnicas exactas y algoritmos de búsqueda de caminos mínimos, para ello se realizó: Un análisis para determinar rutas y asignar unidades a módulos de carga, se determinó costos operativos y mantenimiento por km de unidades, ante ellos se implementó un modelo matemático más adecuado para la solución. Las rutas trazadas sobre él, muestran también una ruta lógica que además es notable y es la más corta, en todos los resultados el algoritmo de Dijkstra muestra una reducción de tiempos en un 59% de la distancia recorrida anterior frente a la nueva solución propuesta

- Así también (Arias, 2010), denominada “Aplicación de un modelo de optimización en la planeación de rutas de los buses escolares del colegio Liceo de Cervantes Norte”, para obtener el título profesional de Ingeniería industrial, para la cual busco diseñar una propuesta de planeación de rutas para los buses escolares del colegio Liceo de Cervantes Norte a través del desarrollo de un modelo de optimización, que permita reducir los costos involucrados y mejorar la eficiencia del proceso, para ello se realizó un modelo de optimización basado en la meta-heurística optimización por colonia de hormigas (ACO). Para determinar una propuesta de rutas optimas se desarrolló un plan de ejecución con e aplico en dos partes. La primera etapa consta de direcciones de puntos específicos, sus paradas más próximas en 11 subgrupos. La segunda etapa toma cada subgrupo de puntos y determina la ruta más óptima resolviendo el problema como un TSP simétrico. Para lograrlo, se desarrolló un modelo de solución basado en colonia de hormigas. La reducción del kilometraje total del recorrido en la ruta propuesta es sólo del 15,2%, se debe tomar en cuenta que la ruta anterior fue propuesta por personas de conocimiento empírico más no por un estudio que determino dicho recorrido. Esto evidencia que la utilización de herramientas científicas puede mejorar aún más procesos basados en la intuición y en experiencia empírica.
- A su vez (Tirado, 2016), denominada “Impacto económico de la mejora de las rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajabamba, en el rubro de costos de limpieza pública de la municipalidad provincial de Cajabamba”,

para la cual buscó mejorar las rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajabamba, con la finalidad reducir los costos en el rubro de gastos de Limpieza pública de la Municipalidad Provincial de Cajabamba, para la cual utilizó el método del agente viajero para reducir la distancia de las rutas del servicio para proponer las más óptimas para la recolección de residuos sólidos. El mejoramiento de las Rutas de recolección de residuos sólidos de la Municipalidad Provincial de Cajabamba se efectúa en 2 Rutas, y haciendo uso de dos camiones compactadoras presentándose un ahorro en sus recorridos del 9.6%. Los costos de combustibles con la nueva propuesta presentan un ahorro en términos de galones del 9.63%, valorizado a la moneda nacional se tiene un ahorro de S/ 6 758.

- En la investigación de (Taquiá, 2013), denominada “Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los Olivos”, para obtener el título profesional de Ingeniería industrial, para la cual buscó analizar las rutas actuales de transporte en donde opera tanto a nivel local como nacional, para diagnosticar las zonas de trabajo, para así plantear soluciones de optimización de ruta con el fin de mejorar la efectividad del transporte y rentabilidad de la empresa, para la cual realizó la optimización de ruta que busca reducir el recorrido entre dos puntos distintos encontrando una ruta más óptima, y con ella minimizar los costos que presenta la logística de transporte. Ante ello, se presentan problemas clásicos de transporte que forman parte de los algoritmos utilizados para resolver el problema del estudio presente. La sectorización de rutas brinda un ahorro de tiempo del 20% y una ganancia tomando en cuenta la inversión inicial del 145%.
- Por su lado (Milla & Silva, 2013), denominada “Plan de mejora del almacén y planificación de las rutas de transporte de una distribuidora de productos de consumo masivo”, para la cual busco otorgar una gestión de procesos logísticos para distribuir productos, ante ello la investigación abarca problemas de entrega de productos y su distribución, para la cual se realizó un estudio de la situación actual de los procesos de recepción, almacenaje, picking y despacho, diseño de rutas y entrega de productos identificando los principales problemas. A partir de ello y mediante la aplicación de buenas prácticas y algoritmos matemáticos para la modelación y optimización de procesos, se propone el plan de mejora integral.

Luego de la aplicación del método del ahorro para las cuatro zonas de estudio, se determinaron dos rutas óptimas reduciendo la distancia total recorrida en un 25.68%. Luego de la aplicación del método de solución, se calcularon los indicadores de distribución medido en tiempo, y de la demanda que no era satisfecha. Ello dio como resultado, luego de la prueba de hipótesis al 95%, que solo en la ruta 2 ambos indicadores disminuyen en 2.85% y 9.21% respectivamente, al contar con un tercer recurso.

- la investigación de (Lugo, 2012), denominada “Optimización de rutas en la distribución de productos de belleza”, para la cual buscó mejorar los canales de distribución de los productos de una empresa, utilizó los métodos de algoritmo de pétalos, inserción y de los ahorros, para cada algoritmo se analizó ambas zonas a excepción de la zona de San Juan de Miraflores, ya que para esta zona el algoritmo de Inserción no aplicaba. Al desarrollar el Algoritmo de Ahorros: La distancia recorrida actual antes de aplicar el algoritmo proporciono un resultado de que la ruta a realizarse sería de 28.50 kilómetros, esto supone que aproximadamente la unidad recorrerá esta distancia en todo su reparto. Con la comparación de los diferentes métodos aplicados se llega a concluir que el Algoritmo de Ahorros es el que permitirá la optimización de las rutas de distribución con respecto a los otros dos algoritmos. En la zona de San Juan de Miraflores la reducción de la cantidad de kilómetros con respecto a la ruta propuesta es considerable, pues logró minimizar la distancia en un 46.14% y en dinero se incrementaron los ingresos en un 2.77%
- Por su parte (Cadillo, 2011), denominada “Estudio comparativo de la aplicación de heurísticas al problema de ruteo de vehículos”, para la cual busco resolver mediante la aplicación de modelos heurísticos y un modelo computacional para ampliar la gama de posibilidades de resolución, para la cual realizó una propuesta que se basa en el método asignar primero y rutear después, para ello se forman grupos de acuerdo a su proximidad entre ellos, y luego se propone una ruta optima que recorra estos mismos puntos o cliente con el método de los ahorros. Se realizaron las comparaciones de resultados entre los métodos propuestos y aplicados y se determinó que la mejor solución es de la propuesta 4, ya que resuelve problemas como el del Agente Viajero, es elegida debido a

que reduce la distancia real entre la nueva distancia después de aplicar el método en un 30.51%

### 1.3 Teorías relacionadas al tema

Para la presente investigación, se necesita fundamentarlo científica, tecnológica y humanísticamente, además, debe definir conceptos principales y teorías relacionadas a las variables presentes en la investigación, con respecto a los **modelos de asignación de rutas** es necesario enmarcarlo dentro de la Investigación de Operaciones ya que “intenta encontrar una mejor solución, llamada solución óptima, para el problema en cuestión” (Hillier, 2010, pág. 3). Se propone escoger la mejor solución posible entre todas, ya que, es posible que se presenten varias soluciones que sean las mejores, lo cual pasa con la asignación de rutas que encuentra la mejor vía para llegar al destino.

La Investigación de Operaciones emplea como base los **Modelos Matemáticos** los cuales se define como “representación de situaciones reales, a veces complejas e inciertas, de manera más simplificada, en busca de soluciones aplicables que faciliten la toma de decisiones” (Munguía, 2005, pág. 5)

La participación de los modelos matemáticos en la Investigación de Operaciones (IO) se vuelve una pieza fundamental debido a que “es mucho más sencillo y económico realizar la toma de decisiones basándose en los resultados obtenidos con un modelo” (Munguía, 2005, pág. 6) Entre todas las técnicas de IO para generar modelos matemáticos encontramos a la **Programación Lineal** que “está diseñada para modelos con funciones objetivo y restricciones lineales”, La programación entera “en la cual las variables asumen valores enteros”, la programación dinámica “el modelo original puede descomponerse en sub-problemas manejables” (Taha, 2012, pág. 5)

Donde:

X: Disponibilidad de unidades para viajes

Y: cantidad de viajes por clientes

$X \leq Y$  (Limite de la demanda)

$X, Y \geq 0$

De ahí los modelos matemáticos mencionados se vuelve tan complejos que es imposible resolverlos en cualquiera de los algoritmos presentados con anterioridad, en estos casos es mejor buscar la soluciones aplicando **métodos heurísticos y de metaheurísticas** que se definen como “técnicas de búsqueda directa que utilizan reglas favorables prácticas para localizar soluciones mejoradas” (Taha, 2012, pág. 351)

Respecto a los métodos **heurísticos** se puede definir como “cualquier principio o dispositivo que contribuye a hallar una solución a un problema de manera más eficiente. Estos algoritmos se basan en guías, justificadas o no, que ayudan a algoritmos conocidos a producir mejores resultados” (Robusté, Logística de Transporte, 2005, pág. 33) . Respecto a los métodos **meta-heurísticos** consisten en “generalizar el comportamiento de las heurísticas para producir de forma eficiente soluciones de alta calidad (...) su aplicación práctica siempre requiere de un cierto grado de conocimiento específico del problema a resolver” (Gómez, 2009, págs. 42-43)

Para el **modelo de rutas de transporte** estos son fundamentados con la teoría de programación lineal (PL) que anteriormente mencionamos como un modelo matemático, pero el PL “involucra la planeación de actividades para obtener un resultado óptimo; esto es, el resultado que mejor alcance la meta especificada” (Hillier, 2010, pág. 21)

El método de asignación forma parte de la investigación de operaciones para la **asignación de rutas** por lo cual tiene como objetivo “determinar la asignación óptima de costo mínimo de trabajadores a puesto de trabajo” (Taha, 2004, pág. 196). Es decir que el método de asignación es en realidad un modelo de transporte en el cual los trabajadores representan los orígenes de los viajes y los puestos de trabajo representan los destinos de los viajes en los transportes de distribución y mercadería.

Para el presente estudio se mencionan los problemas de ruteo (VRP) más frecuentes en un modelo de ruta con sus tradicionales heurísticas a resolver. Los problemas de ruteo de vehículos se pueden definir como “un conjunto de clientes, plantas o centros de distribución dispersos geográficamente que son atendidos por una flota de transporte, que busca terminar el conjunto de rutas de costo mínimo que comiencen y terminen en el depósito” (Valles, 2013, pág. 89). Existen una clasificación para los problemas de ruteo, los más resaltantes e importantes son los siguientes:

- **Problema de ruteo de vehículos con entrega y recolección simultáneas** (VRPSPD) consiste en “además de entregar bienes a los clientes, la flota de vehículos debe recoger otros bienes desde la ubicación de los clientes de manera simultánea, considerando restricciones de capacidad y tiempo” (Lamos, Galvan, Gonzales, & Cruz, pág. 3)
- **El problema de capacidades** (CVRP) que “determina el número mínimo de vehículos. Cada vehículo tiene capacidad  $C$ , y son requeridos para satisfacer los  $n$  clientes, cada uno con una demanda no negativa” (Orrego, Ospina, & Toro, pág. 226). Esto está dado por la relación del sumatorio total de las demandas ( $d(S)$ ), sobre la capacidad de cada camión disponible ( $C$ ).
- **El problema con la flota heterogénea (VRPPDP)** consiste en que “debe satisfacer un conjunto de requerimientos; por lo que cada uno de estos requerimientos, está definido por el punto de recogida, el punto de entrega correspondiente y una cantidad demanda a transportar” (Arboleda, López, & Lozano, 2016, pág. 31)
- **El Problema del agente viajero (TSP)** consiste en “plantear un numero  $N$  de ciudades (nodos) distribuidas en un territorio que es necesario visitar. El objetivo consiste en encontrar una ruta que pase una sola vez por cada ciudad y minimice la distancia recorrida” (Martínez, 2014, pág. 11)

Para esta investigación abordará una heurística de ruteo para las soluciones de problemas de ruteo de vehículos (VRP), la heurística clásica para el VRP a utilizarse será:

**El algoritmo de Clarke y Wright o el algoritmo de los ahorros**, según los autores Robusté y Galván indican que:

Consiste en relacionar el total de clientes de a pares con almacén, y así, calcular los ahorros obtenidos en coste de transporte, clasificar estos mismo de forma óptima; adoptar y plantear la solución más óptima de ahorros que a su vez tenga relación con el número de unidades y sus capacidades (2005, pág. 32)

En términos simples se tendrá diferentes distancias recorridas por los vehículos y multiplicándolo por 2 debido a que regresan a su punto de partida significa un costo



determinado. Dicha solución es válida, pero es poco práctica, ya que “no es factible usar un vehículo para cada cliente, si se logra que uno de los vehículos sirva a dos clientes, habremos ahorrado de entrada un camión, pero también tendremos un ahorro en distancia recorrida” (García, 2012, pág. 95) .A continuación, se vera de manera matemática dicho algoritmo su representación se puede observar en la figura 3 del anexo B:

Descripción:

- $D_{(x, i)}$ : Distancia recorrida desde el punto X al punto i.
- $D_{(i, x)}$ : Distancia recorrida desde el punto i al punto X.
- $D_{(x, j)}$ : Distancia recorrida desde el punto j al punto X.
- $D_{(j, x)}$ : Distancia recorrida desde el punto X al punto j.

Donde:

- Recorrido original:  $R = D_{(x,i)} + D_{(i,x)} + D_{(x,j)} + D_{(j,x)}$
- Recorrido combinado:  $N = D_{(x,i)} + D_{(i,j)} + D_{(j,x)}$
- Ahorro respecto a X:  $A = D_{(i,x)} + D_{(x,j)} - D_{(i,j)}$
- Criterio de decisión si  $D_{(i,x)} + D_{(x,j)} - D_{(i,j)} > 0$ , la ruta es factible, y por tanto existe ahorros.

Para la segunda variable el cual es **costos operativos** se puede definir como aquellos “costos que se encuentran involucrados para dar a obtener un producto o servicio y llevar las ordenes al cliente. Tales costos incluyen ítem como: propaganda, fletes y embarques” (Cuevas, 2001, pág. 13). Se puede decir que, los costos operativos están directamente asociados en la actividad del servicio que se realiza.

Esta investigación está referida a la gestión de distribución (transporte) por lo cual los costos operativos están referidos a solo esta gestión. Un servicio de transporte por carretera involucra varios costos operativos, para lo cual los dividimos en costos fijos y variables.

Los costos operativos que se denominan **costos fijos** “se asocian con el factor de producción que se mantiene constante. Casi siempre es el capital el que cumple ese

papel” (Schettino, 2002, pág. 81). Se puede mencionar también que los costos fijos son “aquellos para adquisición y mantenimiento de carreteras, instalaciones de terminales, equipo de transporte y la administración del transportista” (Ballou, 2004, pág. 185)

Cuando se cuenta con flota propia se puede adicionar que los costos fijos estarán conformados por “costes de personal de conducción y mantenimiento así como de los encargados de gestionar las cargas, seguros, tarjetas de transporte, formación de conductores (...) amortización de vehículos, medios técnicos para el control del transporte” (De la Arada, 2015, pág. 76). Entre otros los costos fijos del servicio de transporte por carretera se encuentran: comisión por el transporte, depreciación de la flota, etc.

Los costos operativos que se denominan **costos variables** son “los que varían en proporción a los volúmenes de producción y venta” (Magallón, 2015, pág. 32). También se puede mencionar que los costos variables “por lo regular incluyen los costos de transporte de línea, tales como combustible, mano de obra, mantenimiento del equipo, manejo y, recolección y entrega” (Ballou, 2004, pág. 185)

Cuando se tiene flota propia se puede decir que los costos variables serán conformados por “neumáticos, revisiones, averías (y su coste de oportunidad), peajes, dietas de conductores, teléfonos” (De la Arada, 2015, pág. 76). Entre otros costos variables a presentarse podemos mencionar a los costos por incidencias en el servicio como, por ejemplo: Parches de llantas, cambio de llantas, costos por fallas eléctricas en el refrigerante.

Para poder controlar los tiempos de viajes y observar los tiempos óptimos de distribución, es necesario aplicar conceptos de tiempos para su medición, en esta investigación de aplicar los conceptos de tiempos históricos que ayuda en “la distribución de los tiempos empleados en realizar una misma tarea, siguiendo siempre el mismo método de trabajo, se agrupan estadísticamente, con los datos obtenidos se determinan los parámetros que definen la curva de distribución” (Ramon, 2005, pág. 148). Para la aplicación de esta técnica se presenta una fórmula para su desarrollo la cual es:

$$t_n = \frac{t_o + t_m + t_p}{6}$$

Donde:

Th = Tiempo histórico

To = Tiempo optimista

Tn = Tiempo modal

Tp = Tiempo pesimista

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema general**

¿Qué impacto ocasiona el modelo heurístico de asignación de rutas en los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018?

### **1.4.2 Problemas específicos**

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

¿Qué impacto ocasiona el modelo heurístico de asignación de rutas en los costos fijos empleados en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018?

¿Qué impacto ocasiona el modelo heurístico de asignación de rutas en costos variables del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **Justificación teórica**

Para Armendáriz, Panchi y Arcos, un estudio de investigación se justifica teóricamente cuando “el uso de métodos indirectos de optimización como los heurísticos han mostrado tener buenos resultados encontrando soluciones cuasi óptimas de calidad” (2018, pág. 27). Esta investigación se realizó para demostrar el ahorro provocado por la aplicación del método heurístico para la asignación de rutas óptimas en el transporte de

carga por carretera, la aplicación de dicho método generara beneficios en donde se desarrolla dicho estudio.

### **Justificación científica**

Para Fernández y Baptista, un estudio de investigación se justifica científicamente cuando “Una investigación debe tener un fin por el cual se realiza la investigación: tal vez ayude solucionar un conflicto social, a formular una teoría o a generar nuevas interrogantes que merezcan una investigación” (2014, pág. 40). La importancia de esta investigación abarca el aporte de los métodos utilizados para encontrar las mejores soluciones para los costos logísticos de transporte.

### **Justificación metodológica**

Para Toro, Franco y Gallego, un estudio de investigación se justifica metodológicamente cuando “Esta integración de estos mecanismos permite encontrar mejores respuestas (...) obteniendo mejoramiento en las soluciones” (2015, pág. 360). Esta investigación aportara para futuros intereses en temas similares, pues diseña herramientas para tomar datos y abstraer de la realidad la información requerida respecto a las variables y sus restricciones de un modelo matemático para asignar mejores rutas de transporte, adaptado a la realidad de las PYMES.

### **Justificación tecnológica**

Para el autor Ramírez, un estudio de investigación se justifica tecnológicamente cuando “permite de manera objetiva dimensionar los problemas verificando los datos a tomar en cuenta para resolver y entender qué tipo de información es la que resulta tras resolver el modelo” (2017, pág. 128). La investigación del presente estudio permite dimensionar de forma real las variables y restricciones de la investigación generando un modelo matemático que permita plasmar el comportamiento de la gestión de planificación de rutas optimizando los costos operativos.

### **Justificación económica**

Para Pérez y Guerrero, un estudio de investigación se justifica económicamente cuando “la heurística logra soluciones factibles para los problemas (...) reduciendo los costos”

(2015, pág. 45). La investigación del presente estudio tiene también como impacto generar un ahorro y mejores ingresos mediante la aplicación del método heurístico, lo cual llevara al mejor uso de los recursos empleados en el servicio de transporte por carretera, ahorros logísticos de transporte, y rentabilidad en el servicio. Por lo tanto, la aplicación de una heurística conlleva a un ahorro en los costos, y por ende en mejores ingresos.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

**HG1:** El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

**HE1:** El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos fijos empleados en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018

**HE2:** El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos variables del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Establecer un modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

Los objetivos específicos son los siguientes:

**OE1:** Minimizar los costos fijos mediante un modelo heurístico de asignación de rutas empleados en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C., en el año 2018.

**OE2:** Minimizar los costos variables mediante un modelo heurístico de asignación de rutas en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C., en el año 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Diseño de la investigación**

El diseño de esta investigación es Pre - Experimental porque “presenta una mínima alteración de las variables, la cual no afecta la asignación aleatoria dl experimento y donde el investigador no ejerce control sobre las variables mencionadas” (Bernal, 2010, pág. 146). Existe la manipulación de la variable independiente de modelos heurísticos de asignación de rutas para determinar su efecto en la variable dependiente (Costos Operativos).

O1 X O2

Dónde

O1, O2 son los costos operativos

X Modelos heurísticos de asignación de rutas

## **2.2 Variables, operacionalización**

### **2.2.1 Variables**

#### **Variable Independiente, cuantitativa:**

Modelo heurístico de asignación de rutas: representación matemática en tiempo real de los recorridos realizados por los camiones, para brindar un servicio de calidad de entrega de mercadería minimizando costos y recorrido- la asignación de ruta permite “determinar la asignación óptima de costo mínimo de trabajadores a puesto de trabajo” (Taha, 2004, pág. 196). Medido a través de la función objetivos, variables y restricciones

#### **Variable dependiente, cuantitativa:**

Costos operativos del servicio de ruta de Brandom S.A.C., estos costos son los generadores por el traslado de mercadería de carga y embarque de los puertos del callao y destinos a los clientes, están compuestos por: costo combustible, mano de obra, servicios portuarios, mantenimiento.

### 2.2.2 Operacionalización de las variables

Tabla 1: Operacionalización de variables de Brandom S.A.C. 2018

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Escala de Medición
<b>Modelo Heurístico de asignación de rutas</b>	“Técnicas de búsqueda directa que utilizan reglas favorables prácticas para localizar soluciones mejoradas” (Taha, 2012, p.351).	Modelo matemático que busca asignar de manera óptima los recursos asignados a la ruta de transporte de entrega de mercadería empleando el modelo del Algoritmo de Clarke y Wright	Función objetivo	$D_{(i,x)} + D_{(x,j)} - D_{(i,j)} > 0$ la ruta es factible, y por tanto existe ahorros.	Razón
			Variables restricciones	- Recorrido original: $R = D(x,i) + D(i,x) + D(x,j) + D(j,x)$ - Recorrido combinado: $N = D(x,i) + D(i,j) + D(j,x)$ - Ahorro respecto a X: $A = D(i,x) + D(x,j) - D(i,j)$	Razón
<b>Costos Operativo</b>	Se puede definir como aquellos que “costos que se encuentran involucrados para dar a obtener un producto o servicio y llevar las ordenes al cliente. Tales costos incluyen ítem como: propaganda, fletes y embarques” (Cuevas, 2001, p. 13).	Costos empleados en la operación del transporte de mercadería desde el almacén hasta el cliente.	Costos Fijos	<b>CF: Costos Fijos.</b>  CA: costos administrativos del transporte. CC: Costos de comisiones por viaje.  $CF = CA + CC$	Razón
			Costos Variable	<b>CV: Costos variable</b> COM: Costo combustible del servicio CM: Costo de Mano de Obra CMMTO: Costo por Mantenimiento  $CV = COM + CM + CMMTO$	Razón



## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

Para el autor Bernal, lo define como “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación. Se puede definir también como el conjunto de todas las unidades de muestreo” (2010, pág. 160). También se puede definir como “un grupo de casos que guardan relación con una serie de requisitos necesarios” (Hernández, Fernández, & Baptista, 1997, pág. 262) .

Para esta investigación se abordó la cartera de clientes que tiene Brandom S.A.C. constituida por 25 clientes, cabe mencionar que cada cliente va a tener destinos distintos dependiendo de la mercadería que desea importar o exportar a nivel Lima Metropolitana o Nacional, de esta manera se tiene varias rutas posibles diariamente, formando una población de rutas a nivel Lima metropolitana de 50 destinos y a nivel nacional de 30 destinos en lo que va del 2018. Entonces se puede decir que se tiene una población de 80 destinos posibles

### **2.3.2 Muestra**

Para el autor Bernal, la muestra se delimita como “una parte de la población seleccionada, de la cual se obtiene la información para el desarrollo del estudio y sobre la cual se efectuarán la medición y observación de las variables de estudio” (2010, pág. 161). Para determinar la muestra de esta investigación, se tomó en cuenta el nivel de población que fueron de 80 destinos posibles que la empresa Brandom S.A.C puede manejar.

El tipo de muestra que abarcó esta investigación es de tipo no probabilístico, por lo que se puede definir como “un procedimiento que no puede ser mecánico, ni basarse de fórmulas de probabilidad, sino que va a depender de la persona responsable del estudio a partir de su criterio” (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 1997, pág. 263).

El estudio de investigación abarco 2 destinos frecuentes durante un periodo de tiempo, estos fueron los destinos comprendidos de Callao – Lurin y Callao – Chincha tanto para importación como exportación, pues se toma la decisión de escoger estas rutas por ser las accesibles para la recolección de datos y mapeo de la zona para estudiar las posibles rutas de optimización.

## **Recolección de datos**

La recolección de datos se refiere al “uso de gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizados para el analista para desarrollar los sistemas de información” (Behar, 2009, pág. 55). también se debe mencionar que es “un aspecto muy importante en el proceso de una investigación que tiene relación con la obtención de información, pues de ello depende la confiabilidad y validez del estudio” (Bernal, 2010, pág. 191).

Para analizar la actualidad en la que funciona la empresa en cuanto a los costos operativos se procede a emplear la técnica de la revisión documentaria de los registros contables de costos fijos y variables empleados en los servicios, para evaluar su rendimiento e identificar donde se generan los mayores costos, serán tomados en cuenta puntos específicos como lo son el costo combustible, mano de obra, mantenimientos correctivos o preventivos, etc., en el servicio de transporte por carretera de Brandom S.A.C en el año 2018, empleando para ello una ficha de registros de costos, ( Instrumento 1 : Anexo C)

Para obtener los datos a ingresar en el modelo tanto de las variables y sus restricciones se recurre a la revisión documentaria y análisis de información de los registros de salidas de las hojas de ruta que fue empleada en cada servicio durante el año 2018 (enero a setiembre), donde primero se identifica al cliente y el destino del viaje donde se carga y descarga la mercadería, con la hoja de ruta (Instrumento 2: Anexo C). Además de ello se recurre al análisis de información de las coordenadas de ubicación de los clientes usando como instrumento el Google Maps. Una vez identificados a los clientes se procede a formar los nodos para medir los recorridos y distancias de los clientes con respecto a la empresa (Brandom S.A.C.) y los puertos de destinos o llegadas. El desarrollo del modelo se realizará conforme al sustento teórico presentado, como es un modelo matemático y se realizaran cálculos numéricos, se desarrollará en Excel en el cual permitirá realizar restricciones y se evaluará el desempeño del Algoritmo de los Ahorros después de aplicarlo.

### **2.4 Métodos de análisis de datos**

Se analizará los datos obtenidos y recolectados de la empresa tabulándolos y comparándolos en tablas de frecuencia, de porcentajes, representaciones gráficas para su

mejor entendimiento, calculando promedios, rangos, desviación estándar de tiempos, costos. Para la validación de las hipótesis se procede a determinar la normalidad de los datos e los costos por cada cliente con la prueba de Shapiro Wilk, de resultar normal se prueba la hipótesis con la prueba estadística de muestras pareadas T-Student de no ser así se emplea Wilcoxon.

## **2.5 Aspectos éticos**

El autor de esta investigación se comprometió a respetar la propiedad intelectual de los autores citados en esta investigación haciendo uso de la norma APA internacional para citar correctamente a las investigaciones consultadas, así mismo indicar que se tomó de forma formal los datos de la empresa Brandom S.A.C. para el uso de sus instalaciones para con la investigación.

### **III. RESULTADOS**

3.1 Datos de la empresa

3.1.1 Generalidades

Brandom S.A.C. con RUC 20563748924 es una empresa de transporte de carga por carretera, traslada mercadería de exportación e importación a nivel nacional, participando activamente con los puertos del Callao. Se especializa en carga general transportada en contenedores, carga refrigerada de alimentos perecibles mediante Refers, y carga sobredimensionada. Posee en el mercado una cantidad de 30 clientes y cada uno de ellos tiene varios destinos a lo largo del Perú, de esa manera se consolidado como una empresa sostenible durante 10 años.

3.1.2 Organigrama



Figura 1: Organigrama de Brandom S.A.C.  
Fuente: Brandom S.A.C.

### 3.2 Situación actual

Se analizó la proyección de ventas actual de la empresa hasta la fecha, siendo visible la caída de ventas a nivel global (anexo b figura 4), se logró detectar las ventas más bajas con los clientes Nexus Perú 8%, International cargo S.A.C. 7%, Smart Bussiness 3% (Anexo A tabla 3).

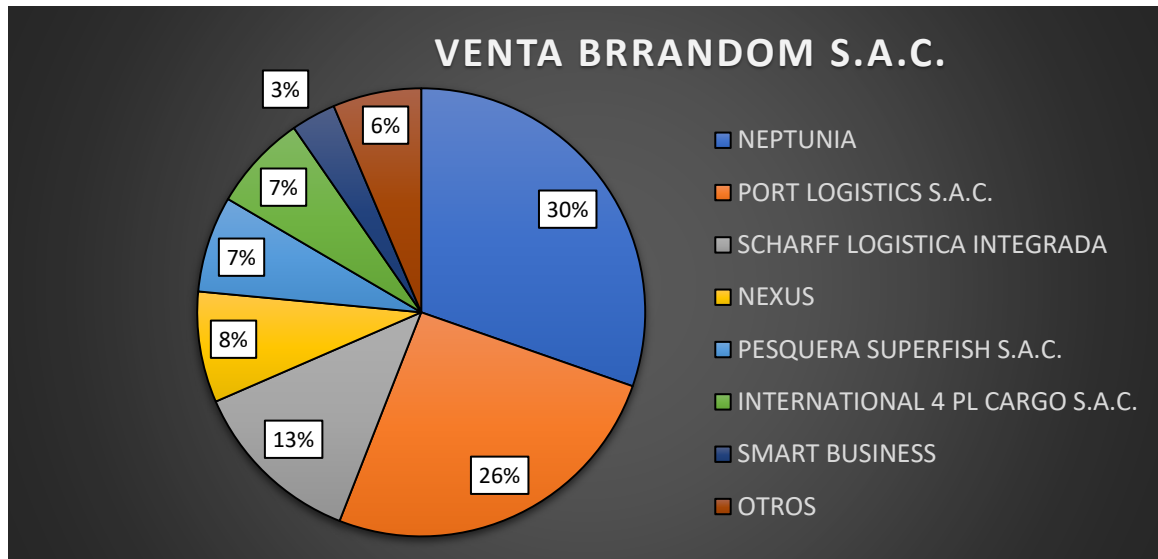


Figura 2: Nivel de ventas por cliente 2018  
Fuente: Brandom S.A.C. 2018

### 3.3 Clientes insatisfechos

Se identificó los clientes insatisfechos y se procedió a realizar el mapeo de los puntos de carga de los clientes para analizar su ruta de origen y destina y planear la mejor ruta posible.

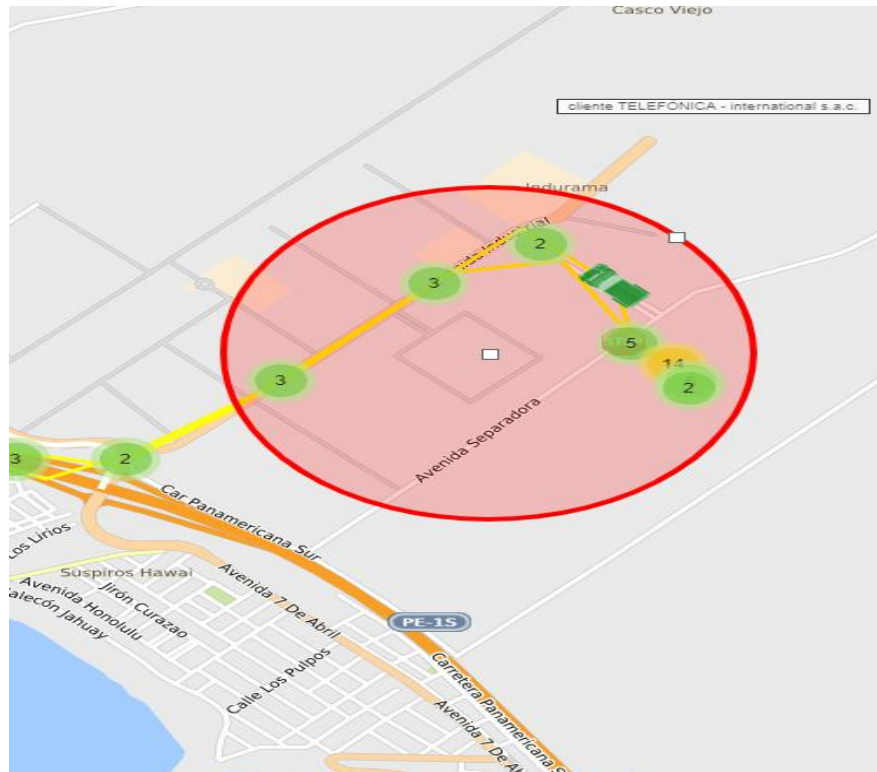
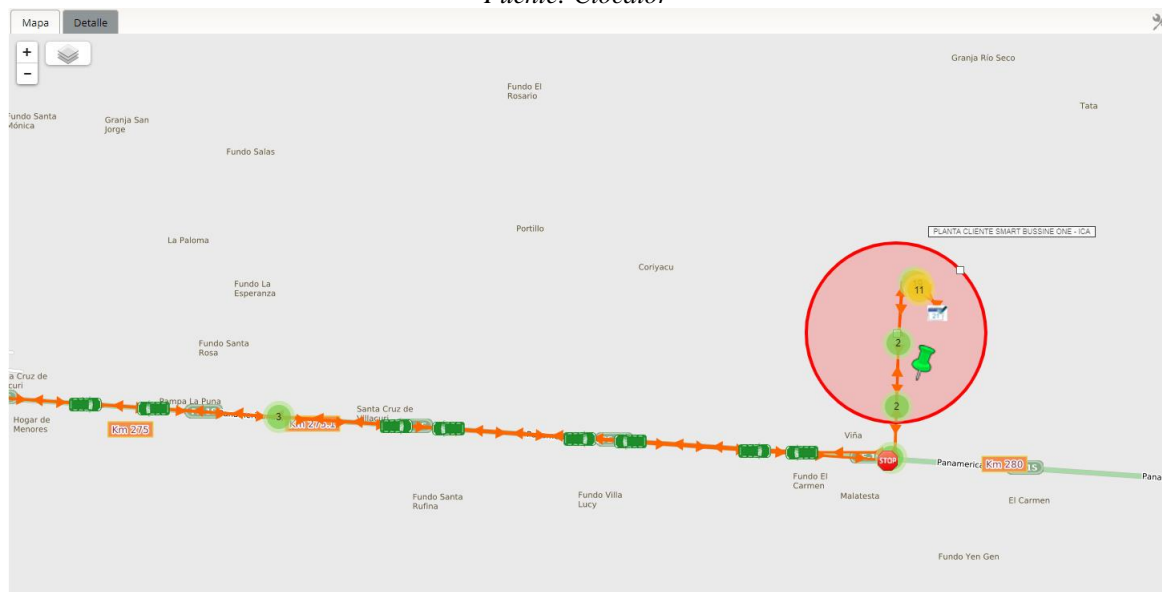


Figura 3: Mapeo de Cliente International S.A.C. lurin

*Fuente: Clocator*



*Figura 4: Mapeo de Cliente Smart Bussines One – chincha*

*Fuente: Clocator*

### 3.4 Costos actuales del transporte de carga por carretera

Para el análisis correcto se procedió a detallar los costos empleados en el transporte de carga por carretera, para ellos se determinó el costo combustible de las unidades cuando realiza un servicio. A la fecha el costo combustible para la flota es de S/ 11.37

soles por galón. Para obtener el rendimiento del combustible se dividió los km recorridos entre la cantidad de galones de combustible que se le entrega para realizar el servicio. Cada mencionar que en esta investigación se procedió a estudiar a dos unidades de la flota total que realizan frecuentemente los viajes estudiados.

*Tabla 2: Costo combustible Brandom S.A.C 2018*

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	GL PARA SERVICIO	KM RECORRIDOS	RENDIMIENTO (Km/GL.)	COSTO (S/. /KM)	COSTO COMBUS. (S/)
1	INTERNATIONAL	C7R717	18	148.6	8.2	0.076	204.66
2	INTERNATIONAL	C8Q791	68	460	6.76	0.024	773.16

*Fuente: Área de Operaciones Brandom S.A.C.*

Antes de Aplicar el método de los Ahorros se comprobó el recorrido de las unidades mediante el GPS autorizado por Comsatel denominado Clocator para poder reforzar la distancia desplazada por los dos servicios a analizar que son Lurín (Figura 9 y 10 del Anexo B) y Chinchá (Figura 11, 12, 13 y 14).

Se procedió a determinar el costo de mano de obra para realizar el servicio de carga por carretera de las unidades, así mismo los conductores reciben una comisión dependiendo del tipo de servicio y con ello los costos que se aplican durante el servicio, por retrasos en la entrega o retiros de contenedores.

*Tabla 3: Costo de Mano de Obra Brandom S.A.C. 2018*

ÍTEM	PUESTO	SUELDO BASICO x DÍA(S/.)	COMISION (S/.)	MANIP DE CONTENEDOR	PAGO A COND. POR MANIP.	VIATICOS (S/.)	TOTAL (S/.)
1	Conductor	27.419	60	30	30	30	177.419
2	Conductor	27.419	80	30	30	30	197.419

*Fuente: Área de Operaciones Brandom S.A.C.*

El costo del mantenimiento actual se calculó detallando todos los materiales e implementos para dar mantenimientos preventivos y correctivos, estos mismos se aumentan si la unidad trabaja de forma continua sin un buen uso del tracto, combustible o largas distancias sin tener un buen manejo.

*Tabla 4: Costos de Mantenimiento de Brandom S.A.C. 2018*

FECHA	DESCRIPCIÓN	COSTO (S/.)
06/07/2018	Reencauche de neumáticos desgastados	150
07/07/2018	Cambio de frenos por desgaste	140
07/07/2018	Cambio de aceite de rodamientos desgastados	130



Fuente: Área de Mantenimiento de Brandom S.A.C.

Se logró identificar los costos involucrados en el servicio de transporte de carga por carretera ligados a la distancia empleada por la ruta que siempre se toma para realizar los servicios a los destinos escogidos para la investigación, estos mismos, se lograron visualizar en una tabla de costos totales que se vienen aplicando.

Tabla 5: Costos totales del servicio de transporte

DESTINO	COSTO COMBUSTIBLE	COSTO DE M.O.	COSTO DE MANTENIMIENTO	TOTAL
LURIN	S/. 204.66	S/. 177.419	S/. 500	S/. 882.079
CHINCHA	S/. 773.16	S/. 197.419	S/. 500	S/. 1470.57

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Desarrollo del algoritmo de Clarke y Wright

Después de aplicar la función objetivo que se implementó para realizar el algoritmo de los ahorros fue representado en una tabla evaluando cada recorrido actual y el nuevo propuesto, de esta manera se pudo poner en práctica las restricciones y la factibilidad de la ruta. Se detalló cada ruta que se realiza para llegar al destino, partiendo de la empresa de transporte, hasta recoger contenedor con mercadería y descargar en planta.

Para realizar la comparación de los recorridos actuales y el de mejora planteamos los tramos realizados durante el servicio, se traza y se calcula la distancia de la ruta en cada tramo, ya sea para el actual (antes de aplicar el algoritmo de los ahorros) y para el recorrido mejorado o propuesto (después de aplicar el algoritmo de los ahorros), de esta manera tendremos se logró hacer los mapeos correspondientes para los dos destinos escogidos en esta investigación.

#### ○ Leyenda de los recorridos:

- Tramo 1 al tramo 2: De Base Brandom a Licsa
- Tramo 2 a tramo 3: Licsa a Faucett
- Tramo 3 a tramo 4: Faucett a Canta Callao
- Tramo 4 a tramo 5: Canta Callao a Naranjal

- Tramo 5 a tramo 6: Naranjal a Pan. Sur
- Tramo 6 a tramo 7: Pan. sur a Av. Priale
- Tramo 7 a tramo 8: Av. Priale a Javier Prado
- Tramo 8 a tramo 9: Javier Prado a Av. Los Héroes
- Tramo 9 a tramo 10: Av. Los Héroes a Av. Defensores
- Tramo 10 a tramo 11: Av. Defensores a Planta Lurín
- Tramo 11 a tramo 12: Planta Lurín a Av. Defensores
- Tramo 12 a tramo 13: Av. Defensores a Los Héroes
- Tramo 13 a tramo 14: Los Héroes a Javier Prado
- Tramo 14 a tramo 15: Javier prado a Av. Priale
- Tramo 15 a tramo 16: Av. Priale a Pan. Sur
- Tramo 16 a tramo 17: Pan. Sur a Naranjal
- Tramo 17 a tramo 18: Naranjal a Canta callao
- Tramo 18 a tramo 19: Canta Callao a Faucett
- Tramo 19 a tramo 20: Faucett a Base
- Tramo 20 a tramo 21: Javier Prado a Av. Nicolás Ayllon
- Tramo 21 a tramo 22: Av. Nicolás Ayllon a Av. Trébol
- Tramo 22 a tramo 23: Av. trébol a Pan. Sur
- Tramo 23 a tramo 24: Sur a Línea Amarilla
- Tramo 24 a tramo 25: Línea amarilla a Faucet
- Tramo 25 a tramo 26: Faucett a Canta Callao
- Tramo 26 a tramo 27: Canta Callao a Base Brandom

*Tabla 6: Comparación de recorrido de rutas –Cliente International - Lurín*

Recorrido actual		Recorrido de mejora	
Callao - Lurín	KM	Callao - Lurín	KM
Tramo 1 a tramo 2	6	Tramo 1 a tramo 2	6
Tramo 2 a tramo 3	11	Tramo 2 a tramo 3	11
Tramo 3 a tramo 4	4	Tramo 3 a tramo 4	4
Tramo 4 a tramo 5	4	Tramo 4 a tramo 5	4
Tramo 5 a tramo 6	3	Tramo 5 a tramo 6	3
Tramo 6 a tramo 7	10	Tramo 6 a tramo 7	10
Tramo 7 a tramo 8	5	Tramo 7 a tramo 8	5
Tramo 8 a tramo 9	7	Tramo 8 a tramo 9	7
Tramo 9 a tramo 10	7	Tramo 9 a tramo 10	7
Tramo 10 a tramo 11	22	Tramo 10 a tramo 11	21

Tramo 11 a tramo 12	22	Tramo 11 a tramo 12	21
Tramo 12 a tramo 13	7	Tramo 12 a tramo 13	7
Tramo 13 a tramo 14	7	Tramo 13 a tramo 14	6
Tramo 14 a tramo 15	5	Tramo 20 a tramo 21	2
Tramo 15 a tramo 16	10	Tramo 21 a tramo 22	0.5
Tramo 16 a tramo 17	3	Tramo 22 a tramo 23	2
Tramo 17 a tramo 18	4	Tramo 23 a tramo 24	3
Tramo 18 a tramo 19	5	Tramo 24 a tramo 25	7
Tramo 19 a tramo 20	6	Tramo 25 a tramo 26	3
		Tramo 26 a tramo 27	2.5
<b>TOTAL</b>	<b>148</b>	<b>TOTAL</b>	<b>132</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Algoritmo de los ahorros - Lurín

METODO DE LOS AHORROS	KM
Recorrido original	148
Recorrido combinado	132
ahorro respectivo	16
Criterio de decisión	16 si es >0 , la ruta es factible

Fuente: Elaboración Propia

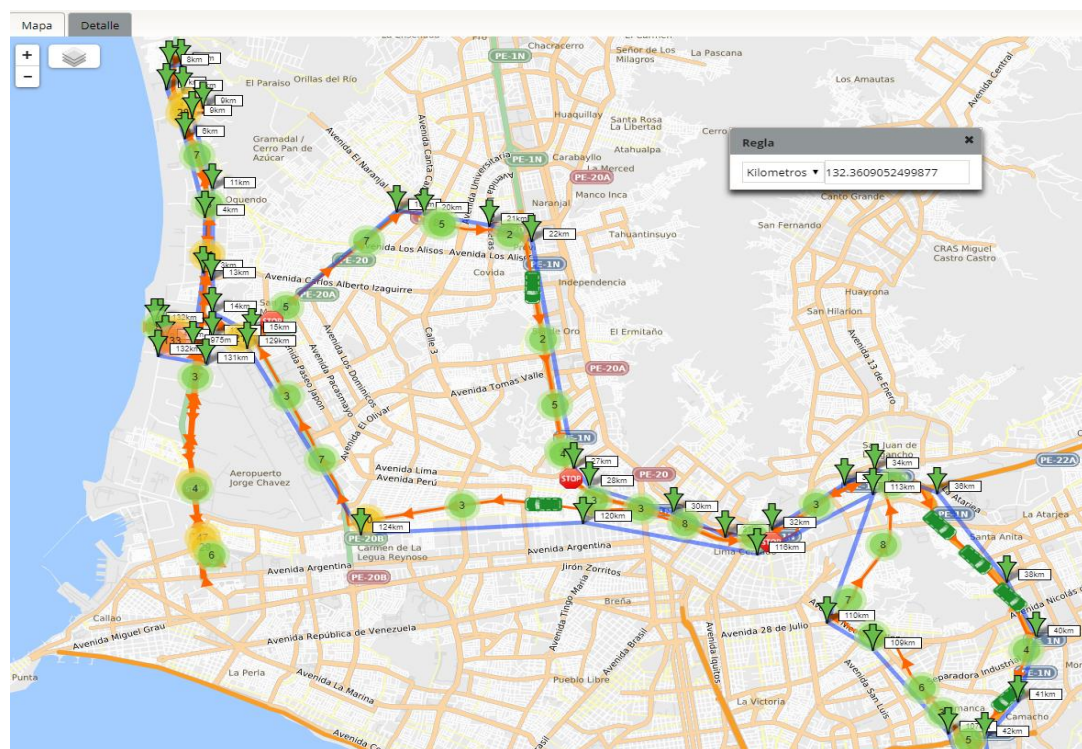


Figura 5: Propuesta de mejora Internacional S.A.C. – Lurín parte 1  
Fuente: Clocator



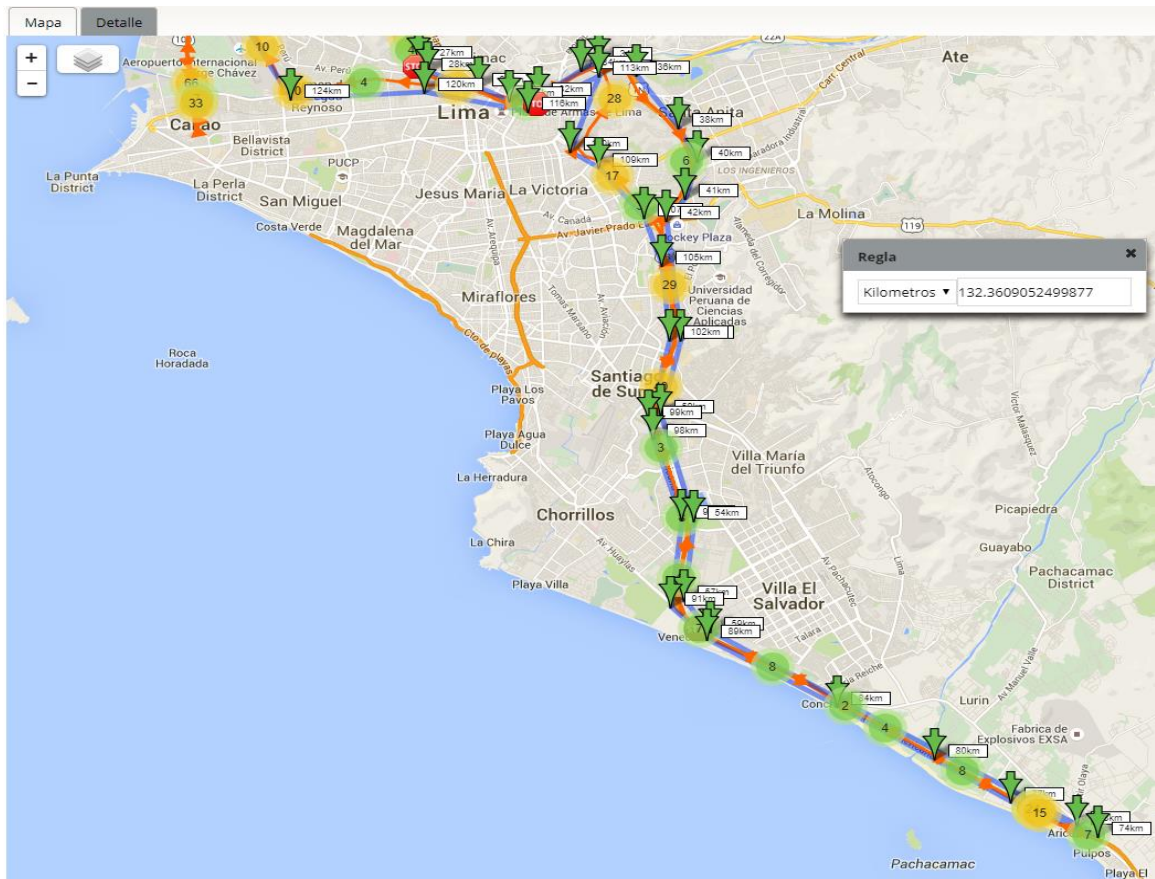


Figura 6: Propuesta de mejora Internacional - Lurín parte 2

Fuente: Clocator

De la misma manera se procesa a realizar los tramos del segundo destino estudiado en esta investigación, de traza los tramos realizado durante el servicio tanto el recorrido actual como el recorrido de mejora o propuesto.

○ Leyenda del recorrido:

- De tramo 1 a tramo 2: De Base Brandom a Puerto APM TERMINALS
- De tramo 2 tramo 3: APM TERMINALS a Av. Argentina
- De tramo 3 tramo 4: Av. Argentina a Alfonso Ugarte
- De tramo 4 tramo 5: Alfonso Ugarte a Pan. Sur - Caquetá
- De tramo 5 tramo 6: Pan. Sur - Caquetá a Javier Prado
- De tramo 6 tramo 7: Javier Prado a Av. Defensores
- De tramo 7 tramo 8: Av. Defensores a Punta hermosa
- De tramo 8 tramo 9: Punta Hermosa a Km 190 de Pan. Sur
- De tramo 9 tramo 10: Km 190 de Pan. Sur a Av. Santa Rosa - Chinchá Alta

- De tramo 10 tramo 11: Av. Santa Rosa a Planta de Pesquera Exalmar
- De tramo 11 tramo 12: Pesquera Exalmar a Av. Santa rosa
- De tramo 12 tramo 13: Av. Santa Rosa a Km 190 de pan. Sur
- De tramo 13 tramo 14: km 190 de pan. Sur a Punta hermosa
- De tramo 14 tramo 15: Punta Hermosa a Av. Defensores
- De tramo 15 tramo 16: Av. Defensores a Javier Prado
- De tramo 16 tramo 17: Javier Prado para Pan. Sur - Caquetá
- De tramo 17 tramo 18: Pan. Sur - Caquetá a Alfonso Ugarte
- De tramo 18 tramo 19: Alfonso Ugarte a Av. Argentina
- De tramo 19 tramo 20: Av. Argentina a Av. Néstor Gambetta
- De tramo 20 tramo 21: Av. Néstor Gambetta a Base Brandom
- De tramo 21 tramo 22: Javier Prado a Av. Nicolás Ayllon
- De tramo 22 tramo 23: Av. Nicolás Ayllon a Av. Trébol
- De tramo 23 tramo 24: Av. Trébol a Pan. Sur
- De tramo 24 tramo 25: Sur a Línea Amarilla
- De tramo 25 tramo 26: Línea amarilla a Faucett
- De tramo 26 tramo 27: Faucett a Canta Callao
- De tramo 27 tramo 28: Canta callao a Base Brandom

*Tabla 8: Comparación de recorridos Cliente Smart Business - Chinchá*

Recorrido actual		Recorrido de mejora	
Callao - Chinchá	KM	Callao - Chinchá	KM
De tramo 1 tramo 2	11	De tramo 1 a tramo 2	11
De tramo 2 tramo 3	2.6	De tramo 2 tramo 3	2.6
De tramo 3 tramo 4	9	De tramo 3 tramo 4	9
De tramo 4 tramo 5	0.7	De tramo 4 tramo 5	0.7
De tramo 5 tramo 6	15	De tramo 5 tramo 6	15
De tramo 6 tramo 7	12	De tramo 6 tramo 7	12
De tramo 7 tramo 8	22	De tramo 7 tramo 8	22
De tramo 8 tramo 9	149.5	De tramo 8 tramo 9	147.5
De tramo 9 tramo 10	4.3	De tramo 9 tramo 10	4.3
De tramo 10 tramo 11	6.5	De tramo 10 tramo 11	6.5
De tramo 11 tramo 12	6.5	De tramo 11 tramo 12	6.5
De tramo 12 tramo 13	4.3	De tramo 12 tramo 13	4.3
De tramo 13 tramo 14	149.5	De tramo 13 tramo 14	149.5
De tramo 14 tramo 15	22	De tramo 14 tramo 15	22
De tramo 15 tramo 16	12.0	De tramo 15 tramo 16	12.0
De tramo 16 tramo 17	15.0	De tramo 21 tramo 22	2



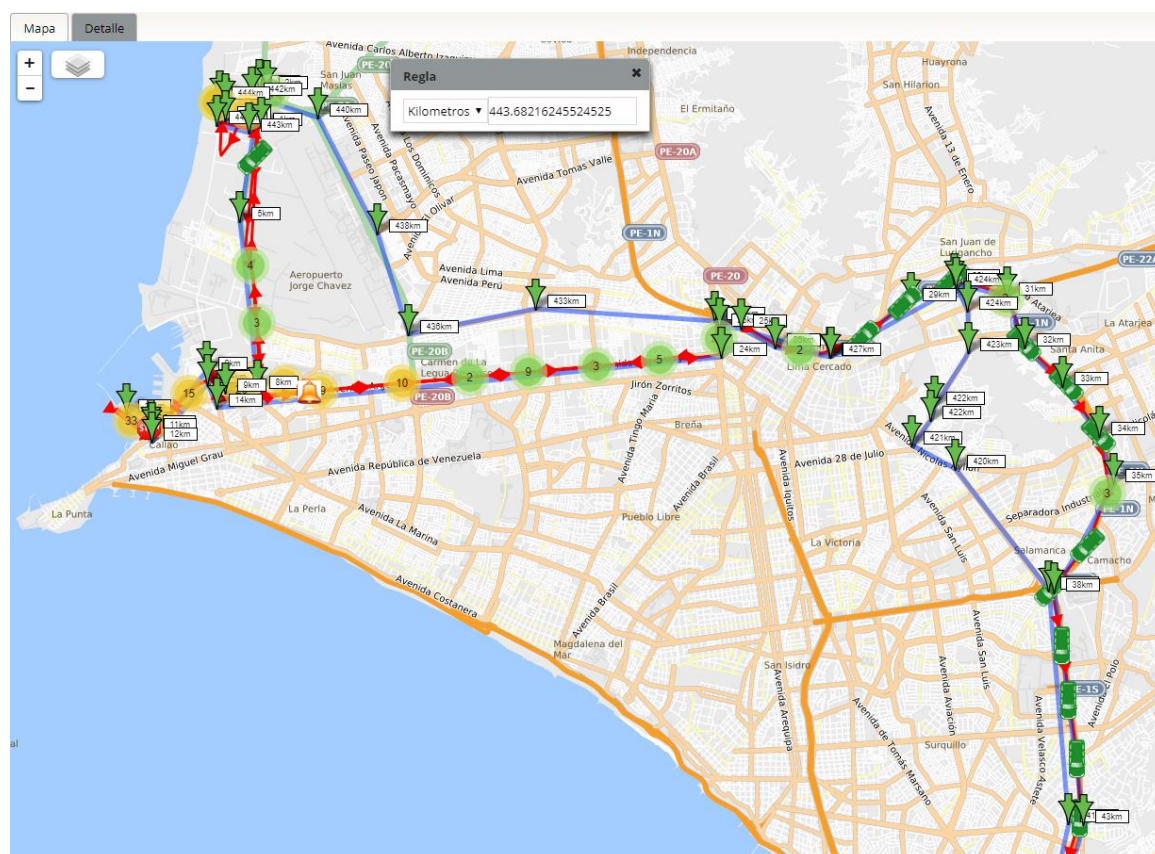
De tramo 17	tramo 18	0.7	De tramo 22	tramo 23	0.5
De tramo 18	tramo 19	9.0	De tramo 23	tramo 24	2
De tramo 19	tramo 20	5	De tramo 24	tramo 25	3
De tramo 20	tramo 21	4	De tramo 25	tramo 26	6
			De tramo 26	tramo 27	3
			De tramo 27	tramo 28	2.5
<b>TOTAL</b>		<b>460</b>	<b>TOTAL</b>		<b>443</b>

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 9: Método de los Ahorros - Chincha*

METODO DE LOS AHORROS	KM
Recorrido original	460
Recorrido combinado	443
ahorro respectivo	17
Criterio de decisión	17 si >0 , la ruta es factible

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 7: Propuesta de Mejora Smart Business - Chíncha parte 1*

Fuente: CLocator

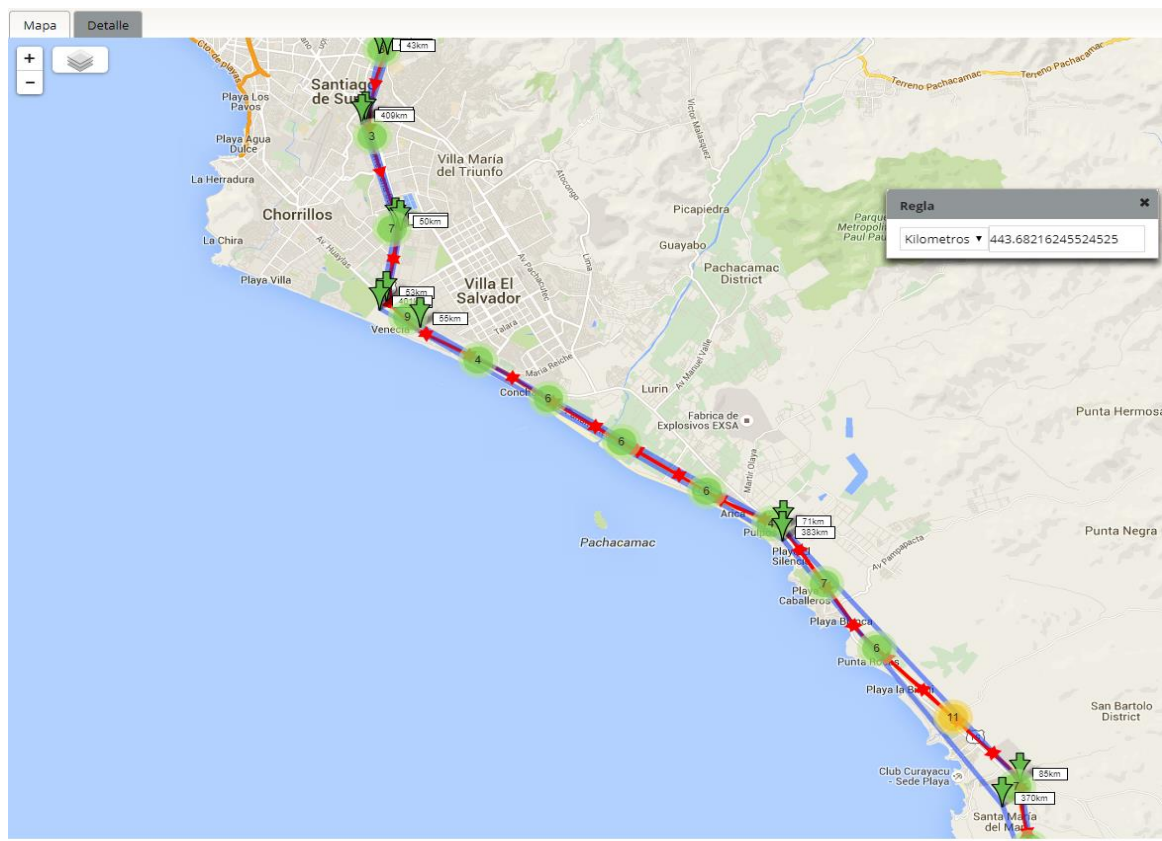


Figura 8: Propuesta de Mejora Smart Business - Chinchá parte 2

Fuente: Clocator

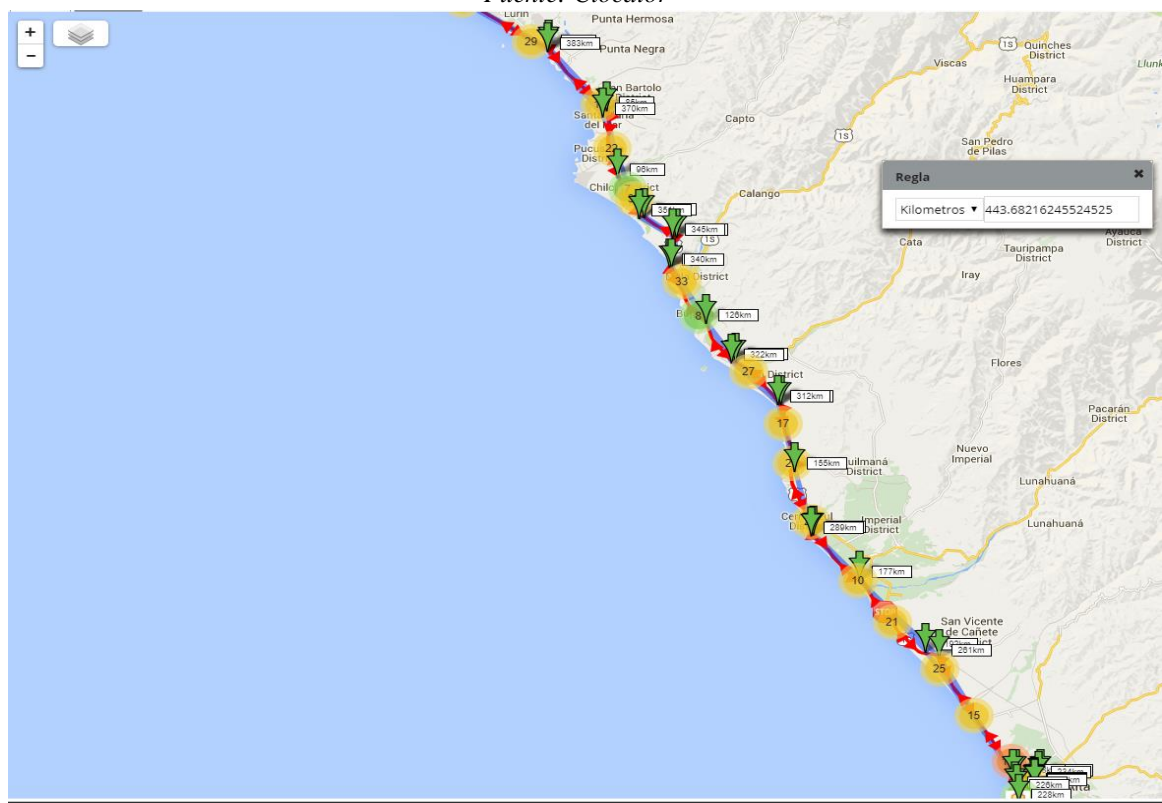


Figura 9: Propuesta de Mejora Smart Business - Chinchá parte 3

Fuente: Clocator



Se procedió a comparar los resultados la propuesta de mejora con las nuevas rutas establecidas con los 2 destinos estudiados en esta investigación.

*Tabla 10: Kilómetros optimizados con el Algoritmo de los Ahorros*

DESTINO	RECORRIDO ACTUAL (KM)	RECORRIDO DE MEJORA (KM)	AHORRO EN KM
Lurín	148	132	16
Chincha	460	443	17

*Fuente: Elaboración Propia*

*Tabla 11: Costos Optimizados con el Algoritmo de los Ahorros*

Tabla 11: Costos Optimizados con el Algoritmo de los Menores									
DESTINO		COSTO COMBUSTIBLE		COSTO DE M.O.		COSTO DE MANTENIMIENTO		TOTAL	
LURIN	S/	181.92	S/	117.42	S/390.00	S/	689.34		
CHINCHA	S/	682.20	S/	137.42	S/390.00	S/	1,209.62		

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.6 Impacto del Algoritmo de los Ahorros en los costos operativos

#### 3.6.1 Análisis Técnico

Se procedió a analizar el impacto que tuvo la aplicación del Algoritmo de los Ahorros en los costos operativos de la empresa de transporte de Brandom S.A.C. Para ello partimos del ahorro en los kilómetros recorridos en ambos destinos analizados en la investigación los cuales son Lurín y Chincha, en ambos destinos se tenía un recorrido de 148 km y 460 km, con la nueva ruta propuesta se obtiene un recorrido de 132 km y 443 km respectivamente, viéndolo porcentualmente el ahorro obtenido es:

Lurín:

$$Ahorro(\%) = \frac{km_{actual} - km_{optimizado}}{km_{actual}} \times 100$$

$$Ahorro(\%) = \frac{148 \text{ km} - 132 \text{ km}}{148 \text{ km}} \times 100 = 10.81\%$$

Chincha:

$$Ahorro(\%) = \frac{km_{actual} - km_{optimizado}}{km_{actual}} \times 100$$

$$Ahorro(\%) = \frac{460 \text{ km} - 443 \text{ km}}{460 \text{ km}} \times 100 = 3.69\%$$

El ahorro porcentual de los destinos de Lurín y Chincha son de 10.81 % y 3.69% respectivamente, de esta manera, se obtiene un ahorro significativo. De la misma

manera se analizó los costos operativos presentes en el rubro de transporte de los servicios de Lurín y Chíncha, actualmente los costos llegan a S/. 882.079 y S/. 1470.57 y con la propuesta de mejora se disminuyen tiempos de entrega y con ello los costos operacionales que se aplican para cumplir con la entrega de mercadería oportunidad, siendo así, los nuevos costos llegan a ser S/. 689.34 y S/. 1209.62 respectivamente. Porcentualmente el ahorro obtenido es:

Lurín

$$Ahorro(\%) = \frac{costo_{actual} - Costo_{optimizado}}{Costo_{actual}} \times 100$$

$$Ahorro(\%) = \frac{S/.882.079 - S/.689.34}{S/.882.079} \times 100 = 21.85\%$$

Chíncha:

$$Ahorro(\%) = \frac{costo_{actual} - Costo_{optimizado}}{Costo_{actual}} \times 100$$

$$Ahorro(\%) = \frac{S/.1470.57 - S/.1209.62}{S/.1470.57} \times 100 = 17.70\%$$

El ahorro Porcentual de los destinos de Lurín y Chíncha con respecto a costos operativos son de 21.85 % y de 17.70% respectivamente, de esta manera, se obtiene un ahorro significativo.

### 3.6.2 Análisis Inferencial

#### 3.6.2.1 Prueba de Normalidad Costos Operativos

Regla de decisión:

Shapiro-Wilk:  $n > 0.050$

Kolmogorov-Smirnov:  $n < 0.050$

Tabla 12: Prueba de normalidad Costos Operativos

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COSTOS_OPERATIVOS_A NTES	,283	6	,145	,849	6	,153
COSTOS_OPERATIVOS_D ESPUES	,233	6	,200 <sup>*</sup>	,873	6	,240

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: De la tabla 12, según la regla se escoge Shapiro – Wilk, el SIG de Costos Operativos antes (0.153) es  $>0.05$ , y el SIG de los costos operativos después es mayor (0.240) es  $> a 0.050$ . Se puede concluir los datos tienen una distribución normal, por ende, se utilizará la prueba estadística de T – Student.

### 3.6.2.2 Prueba de Normalidad Costos Fijos

Regla de decisión:

Shapiro-Wilk:  $n > 0.050$

Kolmogorov-Smirnov:  $n < 0.050$

Tabla 13: Prueba de Normalidad Costos Fijos

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COSTOS_FIJOS_ANTES	,345	5	,052	,806	5	,091
COSTOS_FIJOS_DESPUES	,226	5	,200*	,890	5	,358

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: De la tabla 13, según la regla se escoge Shapiro – Wilk, el SIG de Costos Fijos antes (0.091) es  $>0.05$ , y el SIG de los costos Fijos después es mayor (0.358) es  $> a 0.050$ . Se puede concluir los datos tienen una distribución normal, por ende, se utilizará la prueba estadística de T – Student.

### 3.6.2.3 Prueba de Normalidad Costos Variables

Regla de decisión:

Shapiro-Wilk:  $n > 0.050$

Kolmogorov-Smirnov:  $n < 0.050$

Tabla 14: Prueba de Normalidad Costos Variables

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
COSTOS_VARIABLES_DESPUES	,169	9	,200*	,932	9	,503

COSTOS_VARIABLES_ANTES	,224	9	,200*	,895	9	,224
------------------------	------	---	-------	------	---	------

INTERPRETACIÓN: De la tabla 14, según la regla se escoge Shapiro – Wilk, el SIG de Costos Variables antes (0.224) es  $>0.05$ , y el SIG de los Costos Variables después es mayor (0.503) es  $> 0.050$ . Se puede concluir los datos tienen una distribución normal, por ende, se utilizará la prueba estadística de T – Student.

### 3.6.3 Prueba de Hipótesis

#### Hipótesis General

**HG1:** El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018.

**HG0:** El modelo heurístico de asignación de rutas no minimiza los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018.

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

Tabla 15: Prueba T - Hipótesis General

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	COSTOS_OPERATIVOS_ANTES	392,1215	6	239,82637	97,90871
	COSTOS_OPERATIVOS_DESPUES	316,4600	6	216,42967	88,35704

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas					
	Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
	Inferior	Superior			

Par 1	COSTOS_OPERATIVOS_ANTES - COSTOS_OPERATIVOS_DESPUES	39,65022	111,67278	5,401	5	,003
-------	---	----------	-----------	-------	---	------

Fuente: Elaboración propia

**INTERPRETACIÓN:** De la tabla 16, según la regla se detalla que el SIG de los Costos Operativos tanto antes como después (0,003) es menor a 0,05, por ende, niega la hipótesis nula y afirma la hipótesis alterna. Con esto queda demostrado que la aplicación del Algoritmo de los ahorros en el Servicio de Transporte de Ruta mejora significativamente los Costos Operativos de la empresa Brandom S.A.C., distrito del Callao en el periodo 2018.

El análisis técnico demostró que existe un ahorro entre los recorridos del 10.81% y 3.69% en los destinos estudiados en esta investigación, al encontrarse un ahorro por parte de la técnica aplicada.

### Hipótesis Específica 1

**HE1:** El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos fijos empleados en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018

**HE0:** El modelo heurístico de asignación de rutas no minimiza los costos fijos empleados en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018

Regla de decisión:

$$H_0: \mu_{Pa} \geq \mu_{Pd}$$

$$H_a: \mu_{Pa} < \mu_{Pd}$$

*Tabla 17: Prueba T - Hipótesis Específica 1*

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	COSTOS_FIJOS_ANTES	45,4838	5	23,49426	10,50695
	COSTOS_FIJOS_DESPUES	23,4840	5	24,97181	11,16773

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18: Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas						
		Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
		95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
Par 1	COSTOS_FIJOS_ANTES - COSTOS FIJOS DESPUES	5,80996	38,18964	3,773	4	,020

Fuente: Elaboración Propia

**INTERPRETACIÓN:** De la tabla 18, según la regla se detalla que el SIG de los Costos Fijos tanto antes como después (0,020) es menor a 0,05, por ende, niega la hipótesis nula y afirma la hipótesis alterna. Con esto queda demostrado que la aplicación del Algoritmo de los ahorros en el Servicio de Transporte de Ruta mejora significativamente los Costos Fijos de la empresa Brandom S.A.C., distrito del Callao en el periodo 2018.

El análisis inferencial demostró que existe un ahorro de los costos del servicio de International S.A.C. destino Lurín presentando una disminución del 21.85% en sus costos fijos, al encontrarse un ahorro por parte de la técnica aplicada.

## Hipótesis Específica 2

**HE2:** El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos variables del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018

**HE0:** El modelo heurístico de asignación de rutas no minimiza los costos variables del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018

Regla de decisión:

$$\mathbf{H_o: \mu Pa \geq \mu Pd}$$

$$\mathbf{H_a: \mu Pa < \mu Pd}$$

Tabla 19: Prueba T - Hipótesis específica 2

		Estadísticas de muestras emparejadas			
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	COSTOS_VARIABLES_ANTES	97,7262	9	73,99763	24,66588
	COSTOS_VARIABLES_DESPUES	80,9178	9	66,53362	22,17787

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20: Prueba de muestras emparejadas

Prueba de muestras emparejadas						
		Diferencias emparejadas		t	gl	Sig. (bilateral)
		95% de intervalo de confianza de la diferencia				
		Inferior	Superior			
Par 1	COSTOS_VARIABLES_ANTES - COSTOS_VARIABLES_DESPUES	1,54609	32,07080	2,540	8	,035

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: De la tabla 20, según la regla se detalla que el SIG de los Costos Variables tanto antes como después (0,035) es menor a 0,05, por ende, niega la hipótesis nula y afirma la hipótesis alterna. Con esto queda demostrado que la aplicación del Algoritmo de los ahorros en el Servicio de Transporte de Ruta mejora significativamente los Costos Variables de la empresa Brandom S.A.C., distrito del Callao en el periodo 2018.

El análisis inferencial demostró que existe un ahorro de los costos del servicio de Smart Business One destino Chincha presentando una disminución del 17.70% en sus costos variables, al encontrarse un ahorro por parte de la técnica aplicada.

## **IV. DISCUSIÓN**



1. De la tabla 10 de la página 35 se muestra un ahorro significativo con respecto a la variable independiente (Asignación de rutas), con un ahorro del 10.81% y 3.69% de los casos estudiados con respecto al antes y después de aplicar el Algoritmo de los Ahorros, esta mejora concuerda con lo que mencionan Milla y Silva (2013) que “ al haber aplicado el método de los ahorros para los puntos de estudio, se determinó las rutas optimas reduciendo del recorrido en un 25.68%, luego de la prueba de hipótesis al 95%, que solo en la ruta 2 ambos indicadores disminuyen en 2.85% y 9.21% respectivamente, al contar con un tercer recurso. Así mismo para el autor Hillier (2010) los modelos de asignación de rutas “intenta encontrar una mejor solución, llamada la solución óptima, para el problema en cuestión”.
2. De la tabla 11 de la página 35 se muestra una mejora significativa sobre los costos fijos del transporte de carga por carretera, con una disminución del 21.85% con respecto al antes y después de la investigación, esta mejora concuerda con lo mencionado por Ardilla y Pérez (2015) del Algoritmo de los ahorros que “luego de implementar la solución propuesta, se logra evidenciar una reducción del 3% de los costos iniciales, %, además de lograr la utilización de la capacidad de cada flota de manera adecuada, y garantizar la seguridad de los trabajadores”. De la misma manera, Taha (2004) menciona que el objetivo de la asignación de rutas es “determina la asignación optima a costo mínimo”.
3. Del análisis inferencial de la página 36 se muestra una mejora significativa sobre los costos variables del transporte de carga por carretera, con una disminución del 17.70% con respecto al antes y después de la investigación, esta mejora concuerda con lo mencionado por Lugo (2012) “al aplicar el método de los ahorros, la distancia en la zona de San Juan de Miraflores se redujo de forma considerable la cantidad de kilómetros, se logró recortar en un 46.14% y en dinero se incrementaron los ingresos en un 2.77%”. De igual forma, para Robusté y Galván el algoritmo de los ahorros “consiste en unir todos los puntos que involucran el transporte con el almacén y calcular los ahorros benéficos en la logística de transporte, adoptar la alternativa de unión de máximo ahorro”.

## **V. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1**

Se concluye que el Modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos operativos del Servicio de Ruta de la empresa de Transporte Brandom S.A.C., Región del Callao distrito de Bocanegra en el periodo 2018.

### **Conclusión 2**

Se concluye que el Modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos fijos del Servicio de Ruta de la empresa de Transporte Brandom S.A.C., Región del Callao distrito de Bocanegra en el periodo 2018.

### **Conclusión 3**

Se concluye que el Modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos variables del Servicio de Ruta de la empresa de Transporte Brandom S.A.C., Región del Callao distrito de Bocanegra en el periodo 2018.

## **VI. RECOMENDACIONES**

El algoritmo de los ahorros permite a una empresa de transporte disminuir recorridos encontrado la mejor ruta posible, de esa manera se presentan varias posibilidades de ahorro como lo son en costos de mano de obra, costos de mantenimiento de las unidades, costos por pérdidas de fletes, puesto que, se tendrá mejor disponibilidad para realizar servicios de transporte, pues se optimizan tiempos de entrega.

Al optimizar tiempos de entrega también se mejoran los costos involucrados por demoras en la entrega de mercadería, retiros o ingresos de contenedores, como es el caso de Brandom S.A.C. que trabaja directamente con los puertos del Callao con mercadería de importación y exportación. Al aplicar el método se debe tener un control exhaustivo de los tiempos y sobre todo de la ruta actual por la cual se desplaza, es bastante importante el monitoreo por GPS certificado por Comsatel como los Clocator, empleado en esta investigación.

La capacitación constante de parte de toda el área de transporte y operaciones para mejorar la optimización de los costos fijos y variables será esencial para aprovechar mejor las ventas y captar una mayor cantidad de clientes por la efectividad para realizar los servicios de forma rápida, seguro y garantizando una calidad óptima para el transporte. Para la empresa de transporte Brandom S.A.C. ha sido un beneficio, puesto que, disminuye y mejora los puntos antes mencionados y seguir posicionándose en el mercado.

## **VII. REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS**

- Arboleda, J., López, A., & Lozano, Y. (2016). El problema de ruteo de vehículos [VRP] y su aplicación en medianas empresas colombianas. *Ingenium*, 10(27), 29-36.
- Ardila, C., & Pérez, L. (2015). Diseño de rutas de transporte terrestre para el personal operativo nocturno de la sociedad portuaria regional de Barranquilla. (*Tesis de Pre-Grado*). Universidad de la Cosa, Barranquil.
- Arias, J. (2010). Aplicación de un modelo de optimización en la planeación de rutas de los buses escolares del colegio Liceo de Cervantes norte. (*tesis de pre-grado*). Pontifica Universidad Javeriana, Colombia.
- Armendariz, F., Pachi, D., & Arcos, H. (2018). Tuning of the Power System Stabilizers of the Ecuadorian National Interconnected System - Application and Comparison of Heuristic Methods in Multi-Machine Environment. *Revista técnica energía*(14), 26-32.
- Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. Mexico D.F.: Prentice Hall.
- Behar, D. (2009). *Metodología de la investigación*. Ediciones Shalom.
- Benito, A. (2015). Problemas de rutas de vehículos: modelos, aplicaciones logísticas y métodos de resolución. (*tesis de pre-grado*). Universidad de Valladolid, España.
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación*. Bogotá, Colombia: Prentice Hall.
- Cadillo, J. (2011). Estudio Comparativo de la aplicación de Heurísticas al problema de ruteo de vehículos. (*tesis de pre-grado*). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- Cuevas, J. (2001). *Contabilidad de Costos: Enfoque gerencial y de gestión*. Bogota, Colombia: Prentice Hall.
- De la Arada, M. (2015). *Optimización de la cadena logística*. Madri, España: Ediciones Paraninfo S.A.
- Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Galindo, D. (2 de MARZO de 2018). ASMARPE. Obtenido de ASMARPE: <https://www.apam-peru.com/web/asmarpe-los-mayores-costos-logisticos-estan-en-el-transporte-y-en-las-mermas/>
- García, A. (2012). *Inteligencia Artificial fundamentos, Práctica y aplicaciones*. Madri, España: RC Libros.
- Gómez, J. (2009). *Optimización de Sistemas de Detección de Intrusos en Red Utilizando Técnicas Computacionales Avanzadas*. Almería, España: Universidad de Almería.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la investigación*. Colombia: Panamericana Formas e Impresos S.A.

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (1997). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.
- Hillier, F. (2010). *Introducción a la investigación de operaciones*. Mexico D.F.: Graw Hill.
- Jaime, D. (2010). *Gestión del transporte*. Barcelona, España: Marge Books.
- Jaime, D. (2015). *Manual de Transporte de Mercancías*. España: Marge Books.
- Lamos, H., Galvan, S., Gonzales, L., & Cruz, C. (s.f.). Algoritmo PSO-Híbrido para solucionar el problema de ruteo de vehículos con entrega y recolección simultáneas. *Revista Facultad de Ingeniería UPTC. Revista Facultad de Ingeniería UPTC*, 3.
- Lugo, J. (2012). Optimización de Rutas en la distribución de productos de belleza. (*tesis de pre-grado*). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- Magallón, R. (2015). *Costos de comercialización*. Mexico D.F.: Instituto Mexicano de contadores Públicos A.C.
- Martínez, J. (2014). Cognición de grupo y cognición de enjambre en la solución del problema del agente viajero. *Revista Científica Guillermo de Ockham*, 12(1), 9-18.
- Mendoza, C., Alfaro, J., & Patermina, C. (2015). *Manual Práctico para Gestión Logística*. Colombia: Universidad del Norte.
- Milla, G., & Silva, M. (2013). Plan de mejora del almacén y planificación de las rutas de transporte de una distribuidora de productos de consumo masivo. (*tesis de pre-grado*). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- Molina, J. (2016). Diseño y Aplicación de una herramienta para la Optimización de rutas de vehículos con Aspectos Medio Ambientales. (*Tesis de Doctorado*). Universidad de Sevilla, España.
- Montufar, M., Flores, H., & Nelson, H. (2009). *Investigación de Operaciones*. Mexico D.F.: Patria S.A.
- Munguía, L. (1 de julio de 2005). *Investigación de Operaciones*. Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?id=6NHEmmbHGcoC&pg=PA6&dq=Los+modelos+matematicos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiNk56u0PHaAhWDylkKHekCDYEQ6AEIMTAC#v=onepage&q=Los%20modelos%20matematicos&f=false>
- Orrego, J., Ospina, D., & Toro, E. (s.f.). Solución al Problema de Ruteo de Vehículos con Capacidad Limitada (CVRP) usando una técnica metaheurística. *Scientia et Technica*, 21(3), 226.
- Pérez, E., & Guerrero, W. (2015). Optimization methods for the inventory routing problem with hard time windows. (3), 31-49.
- Ramírez, C. (2017). Methodology for information management in creating feeder routes of mass transit systems. (15), 113-129.



- Ramon, L. (2005). *Gestion del Desarrollo de Sistemas de Telecomunicación Informáticos*. Madrid, España: Paraninfo S.A.
- Robusté, F. (2005). *Logística de Transporte*. Barcelona, España: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Robusté, F., & Gálvan, D. (2005). *E-Logistics*. Barcelona, España: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Ruiz, F. (12 de abril de 2018). *Mincetur*. Obtenido de Mincetur trabaja en certificación de logística justa: <https://gestion.pe/economia/mincetur-certificacion-logistica-justa-231301>
- Sala, C. (2014). Un Algoritmo de dos fases para la optimización de costos en el traslado de cargas con exceso de dimensiones. (*tesis de maestría*). Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Mexico.
- Schettino, M. (2002). *Introducción a la economía para no economistas*. Mexico D.F.: Prentice-Hall.
- Taha, H. (2004). *Investigación de Operaciones*. Mexico D.F.: Pearson Educación.
- Taha, H. (2012). *Investigación de Operaciones*. Mexico: Pearson.
- Taquía, J. (2013). Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los olivos. (*tesis de pre-grado*). Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- Tirado, S. (2016). Impacto económico de la mejora de las rutas de recolección de residuos sólidos de la ciudad de Cajabamba, en el rubro de costos de limpieza pública de la municipalidad provincial de Cajabamba. (*tesis de pre-grado*). Universidad Privada del Norte, Trujillo.
- Toro, E., Franco, J., & Gallego, R. (2015). Modelo matemático para resolver el problema de localización y ruteo con restricciones de capacidad considerando flota propia y subcontratada. 17(3), 357-369.
- Valles, J. (2013). *Tráfico y transporte*. Morrisville: Mc Graw Hill.
- Vásquez, E. (13 de Junio de 2017). *Gestión*. Obtenido de Gestión: <https://gestion.pe/economia/mincetur-sobrecostos-logisticos-bordean-50-costo-produccion-137199>

## **ANEXOS**

## Anexo A: Tablas

Tabla 21: Ponderación de los problemas de asignación de rutas, Callao, año 2018.

CAUSAS	PESO PONDERADO	PESO PONDERADO ACUMULATIVO	%	% ACUMULATIVO	80-20
Inadecuada programación de rutas	1.8	1.8	20%	19%	0.8
Inadecuada asignación de los recursos	1.65	3.45	18%	37%	0.8
Poco control de GPS	1.5	4.95	17%	54%	0.8
Cambio de puntos de carga	1.35	6.3	15%	69%	0.8
Falta de control en los viajes	0.54	6.84	6%	75%	0.8
Proveedores no tiene la mercancía lista	0.45	7.29	5%	80%	0.8
Inoperatividad de la flota	0.35	7.64	4%	83%	0.8
Variabilidad de necesidades técnicas de la flota	0.32	7.96	4%	87%	0.8
falta de capacitación	0.3	8.26	3%	90%	0.8
retraso en los viajes	0.28	8.54	3%	93%	0.8
Choferes impuntuales	0.27	8.81	3%	96%	0.8
falta de control de costos	0.16	8.97	2%	98%	0.8
Parada por mantenimiento	0.09	9.06	1%	99%	0.8
	9.06		100%		

Fuente: Figura 1: Problemas de asignación de rutas, Brandom S.A.C.

CLIENTE	VENTA	PARTICIPACION
NEPTUNIA	S/. 111,961.91	30%
PORT LOGISTICS S.A.C.	S/. 94,400.05	26%
SCHARFF LOGISTICA INTEGRADA	S/. 46,267.60	13%
NEXUS	S/. 29,550.00	8%
PESQUERA SUPERFISH S.A.C.	S/. 25,650.00	7%
INTERNATIONAL 4 PL CARGO S.A.C.	S/. 25,600.00	7%
SMART BUSINESS	S/. 11,930.00	3%
OTROS	S/. 23,554.75	6%
<b>TOTAL</b>	<b>S/. 368,914.31</b>	<b>100%</b>

*Tabla 22: Ventas Brandom S.A.C. 2018*

## Anexo B: Figuras

### Diagrama de Ishikawa

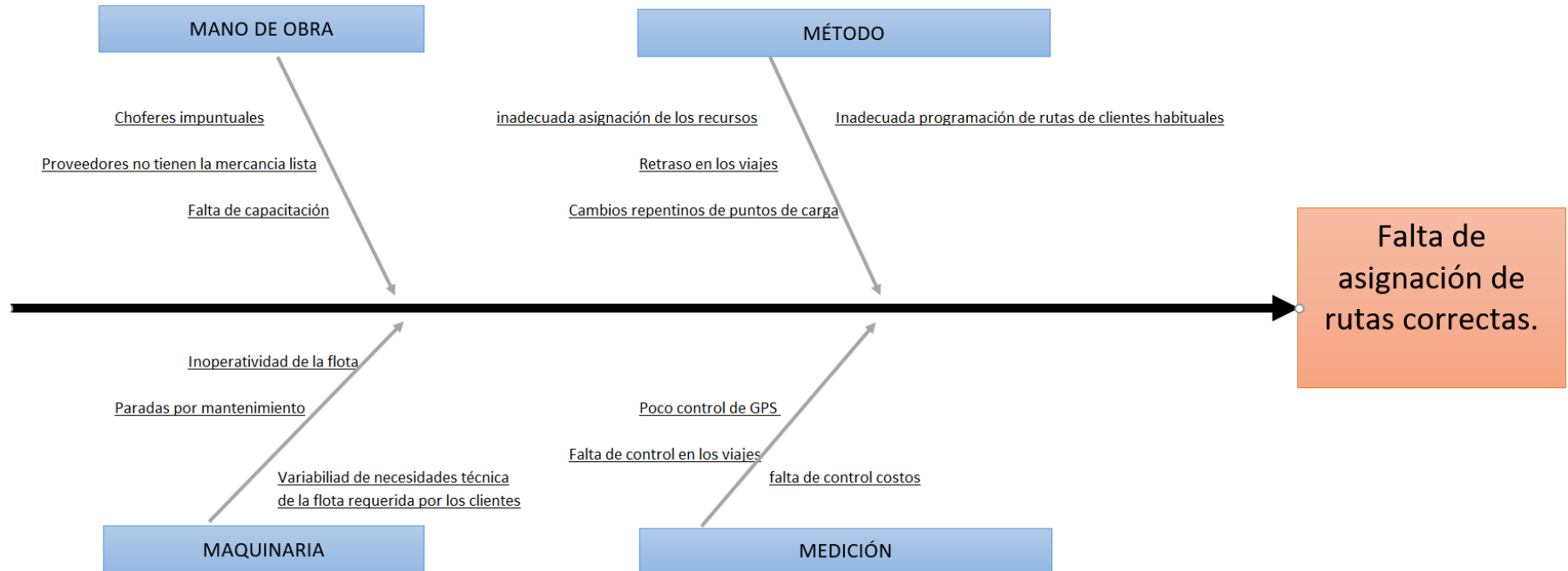
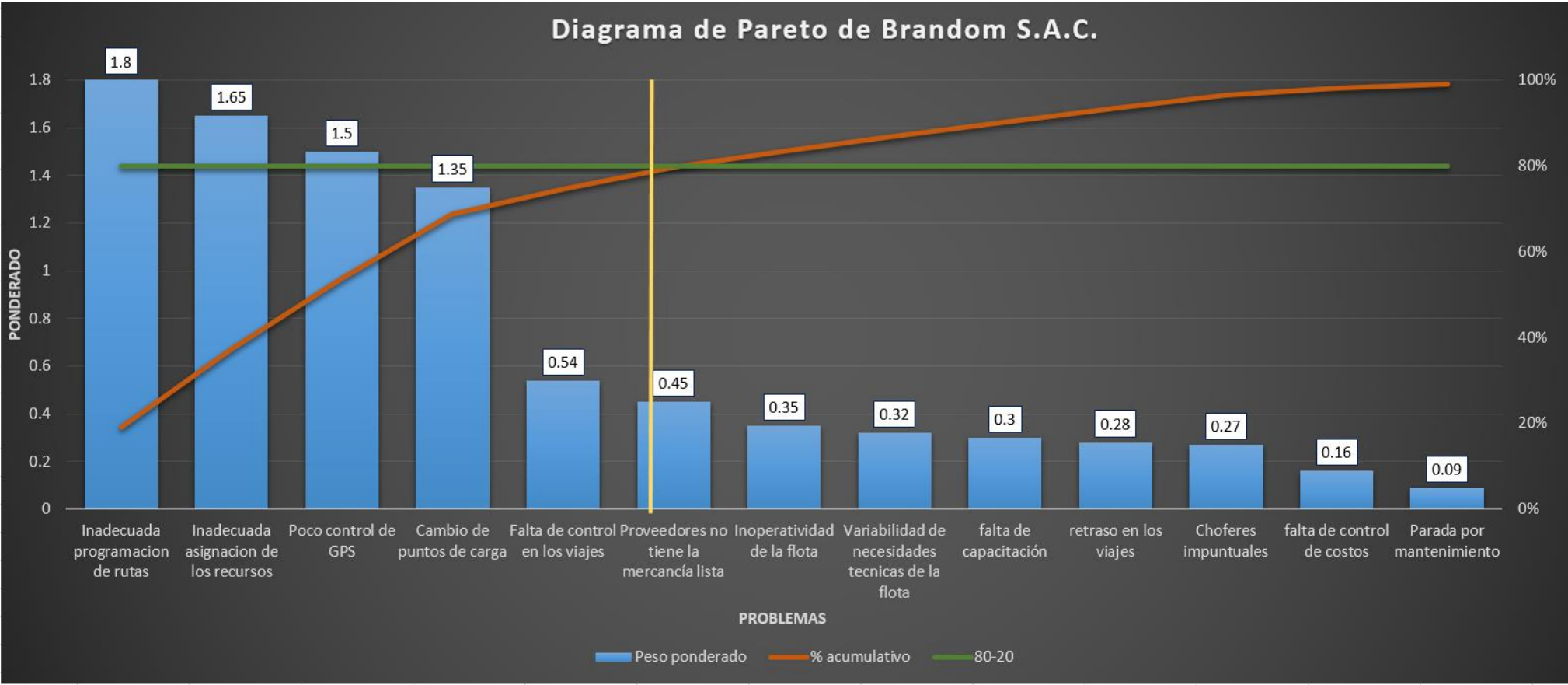


Figura 10: Problemas de asignación de rutas, Brandom S.A.C.

Fuente: Brandom S.A.C.

Diagrama de Pareto



Fuente: Matriz de Ponderación, Brandom S.A

Figura 11: Problemas significativos de asignación de rutas,

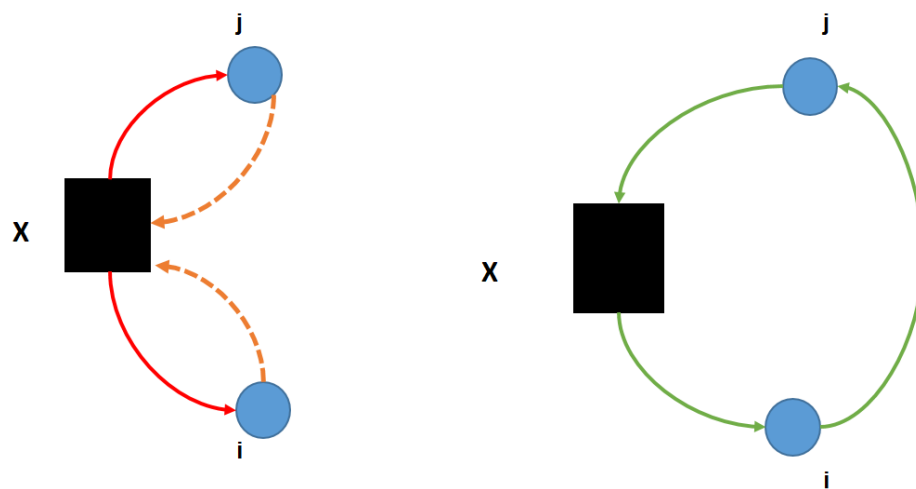


Figura 12: Representación gráfica del concepto de algoritmo de Clarke y Wright

Fuente: Tráfico y Transporte, José Antonio Valles Romero (2013)

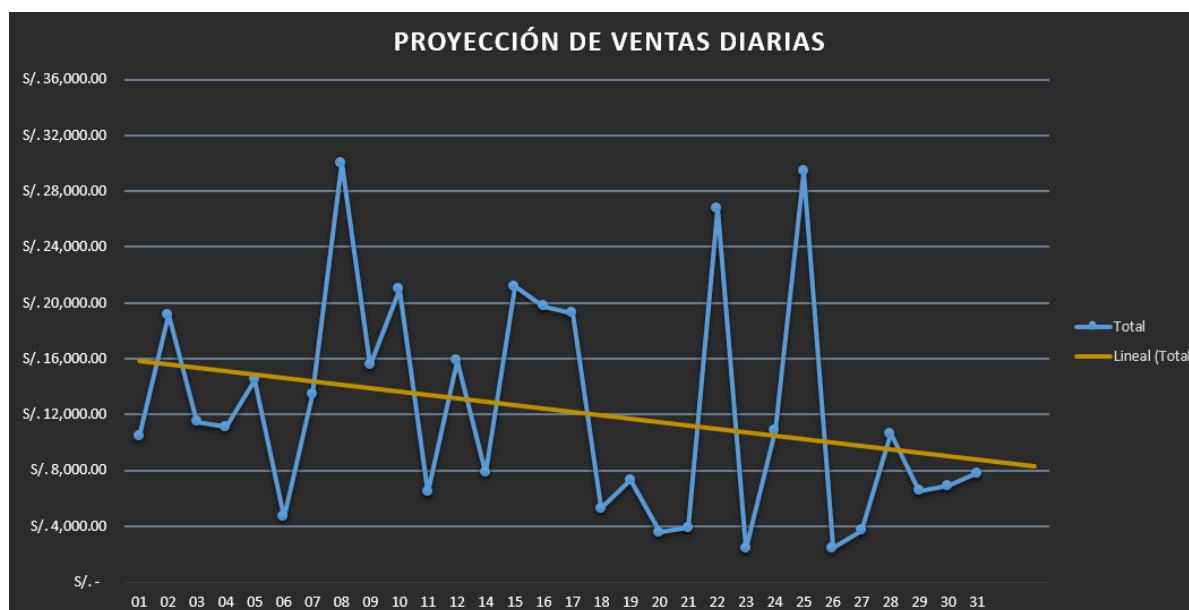
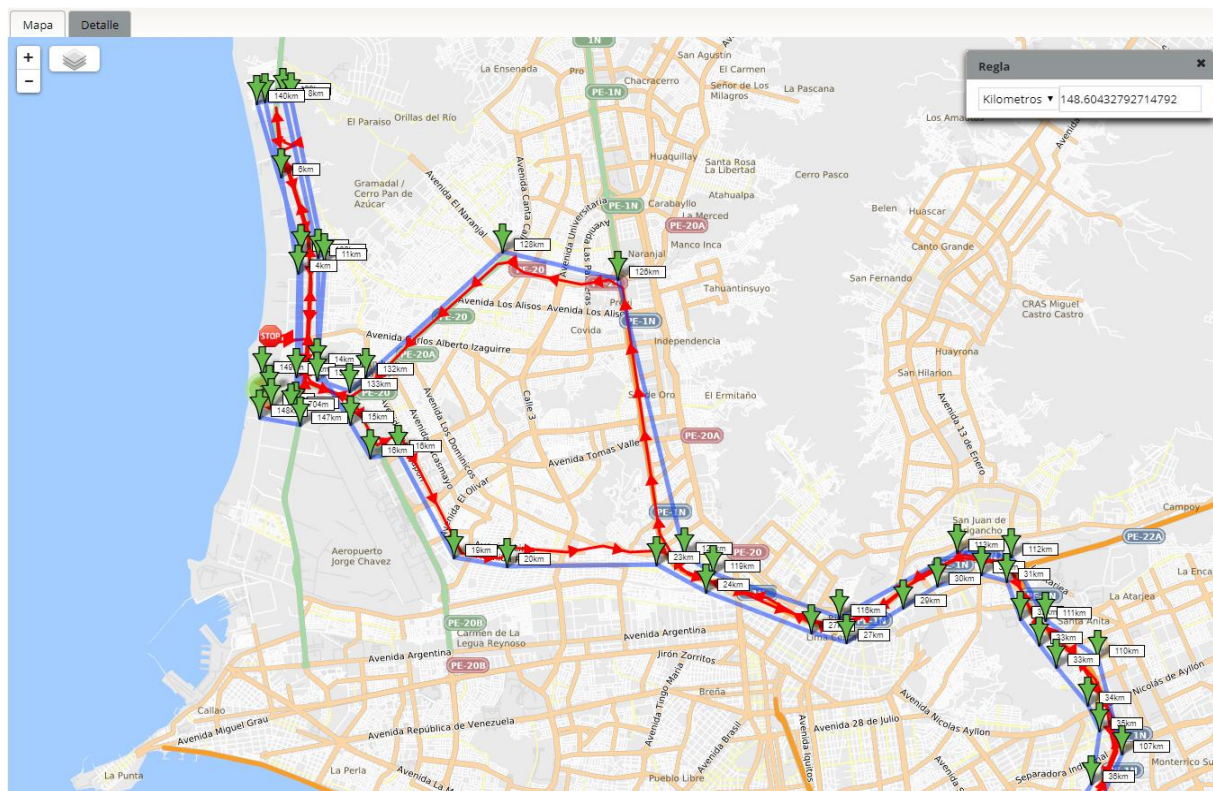
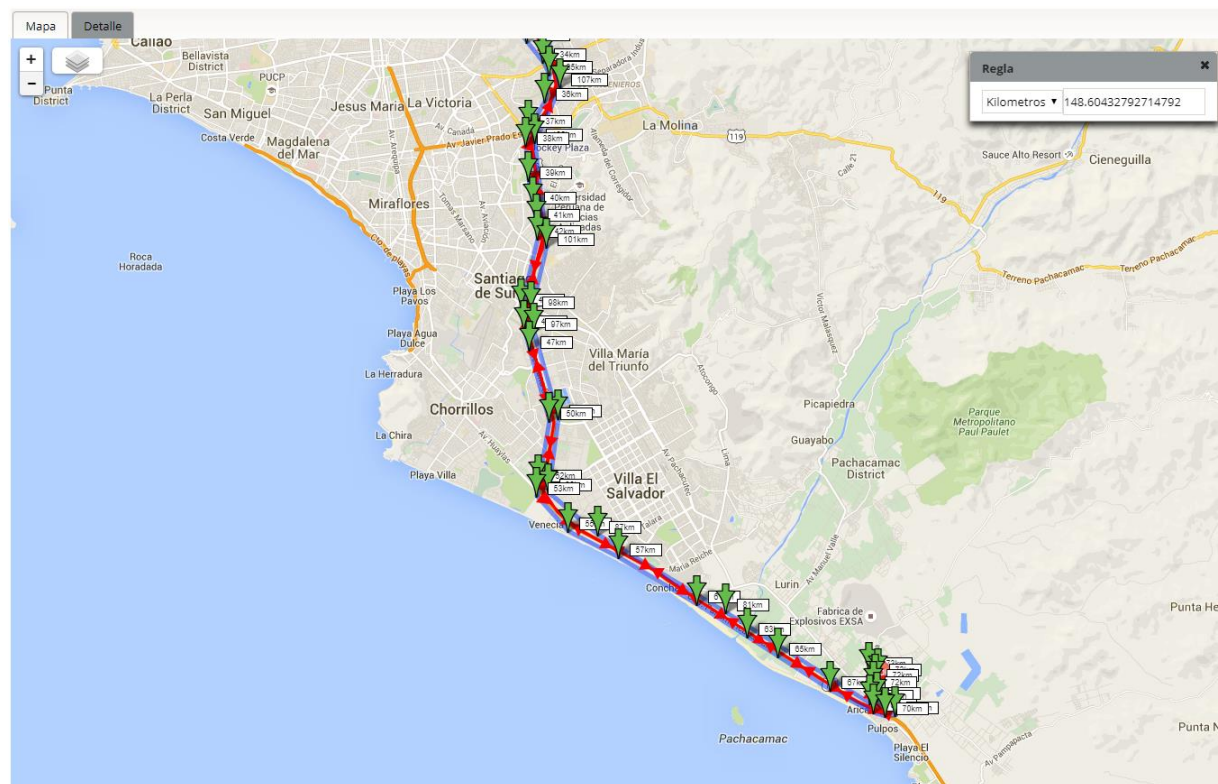


Figura 13: Proyección de ventas 2018

Fuente: Brandom S.A.C.



*Fuente: Clocator 2018*



*Fuente: Clocator 2018*



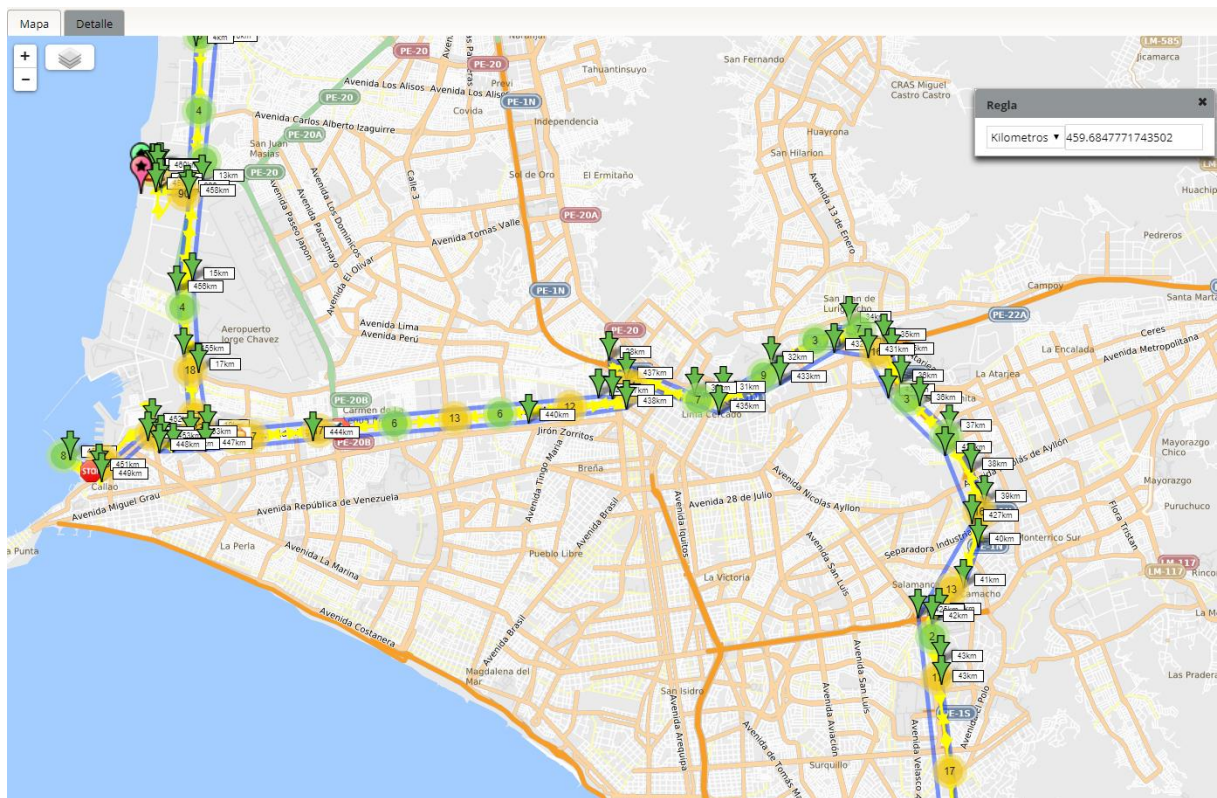


Figura 16: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chinchipe parte 1  
Fuente: Clocator 2018

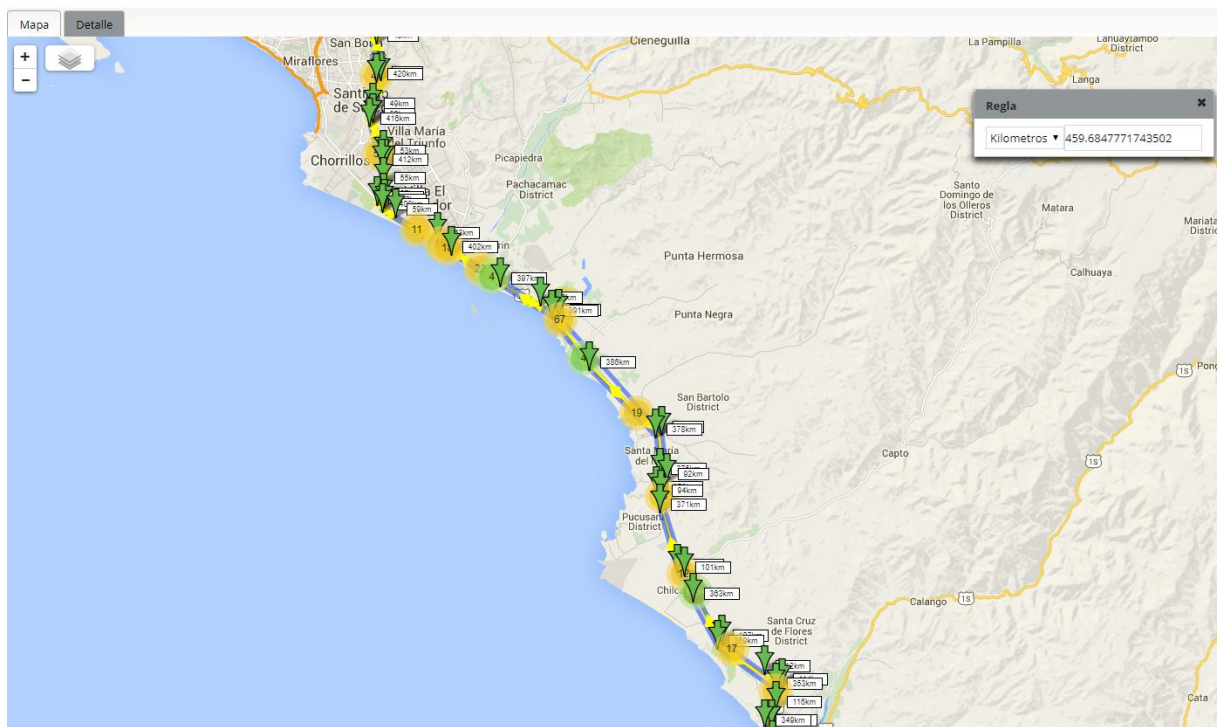


Figura 17: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chinchipe parte 2  
Fuente: Clocator 2018

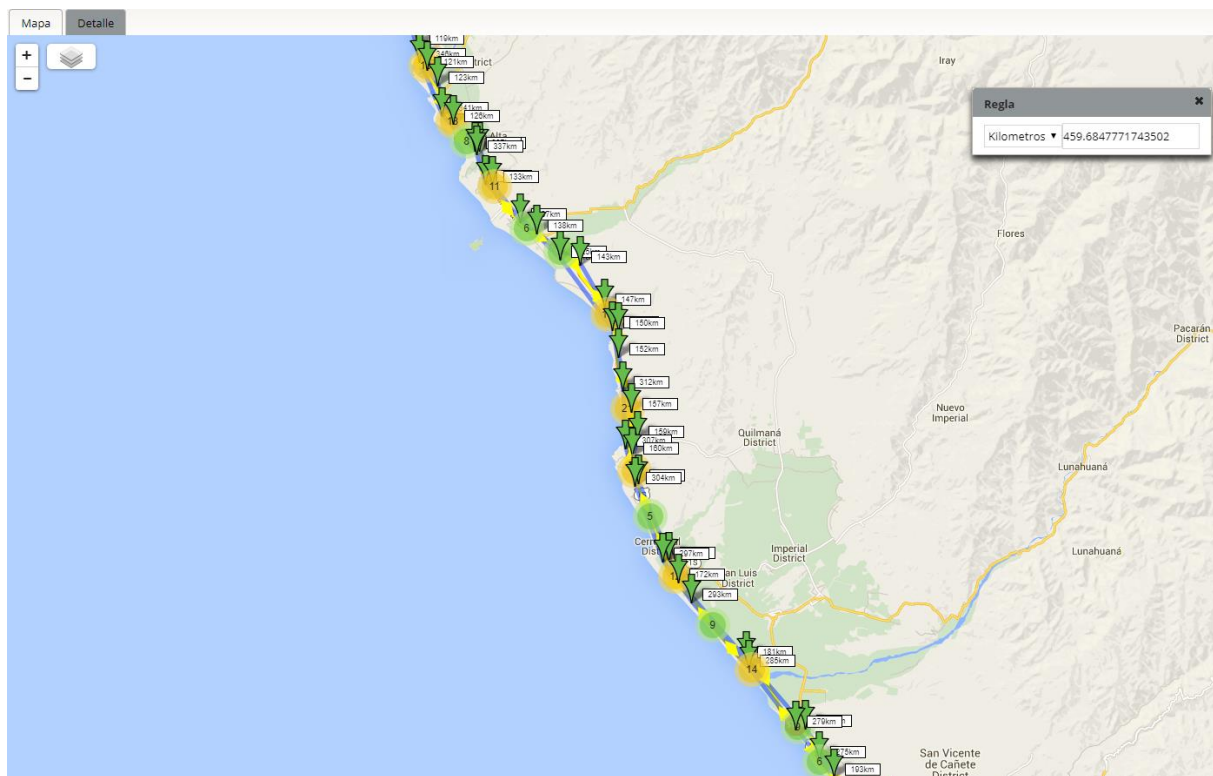


Figura 18: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chinchá parte 3

Fuente: Clocator 2018

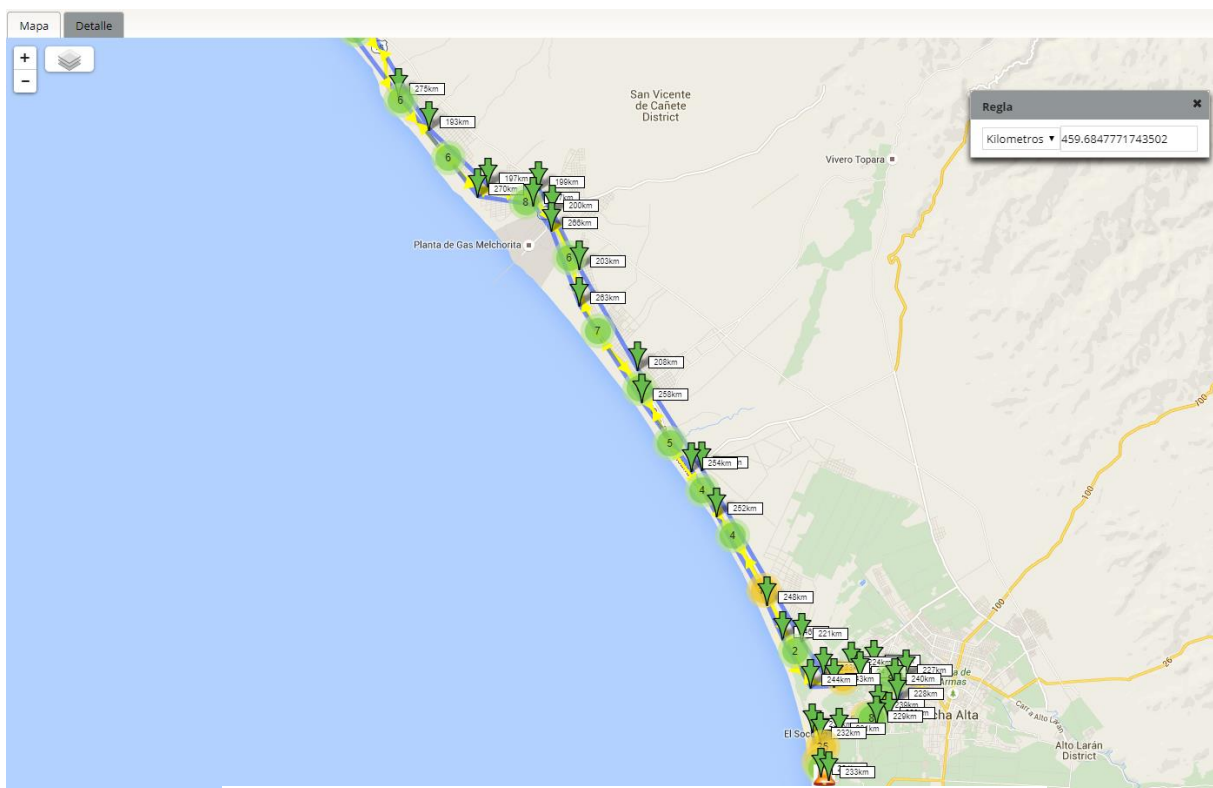


Figura 19: Recorrido actual de Cliente Smart Bussines - Chinchá parte 4

Fuente: Clocator 2018

## Anexo C: Instrumentos

ÍTEM	VEHÍCULO	PLACA	GL PARA SERVICIO	KM RECORRIDO S	RENDIMIEN TO (Km/Gl.)	COSTO (S/. /KM)	COSTO COMBUS . (S/)
1							
2							
3							
4							
5							

*Instrumento 1: Costos por camiones*

*Fuente: Brandom S.A.C. 2018*

ÍTEM	PUESTO	SUELDO BASICO x DÍA(S/.)	COMISI ON (S/.)	MANIP DE CONTENE DOR	PAGO A COND. POR MANIP.	CTS (S/.)	VIATICOS (S/.)	TOTAL (S/.)
1								
2								

*Instrumento 2 : Costo de mano de obra*

*Fuente: Brandom S.A.C. 2018*

FECHA	DESCRIPCIÓN	COSTO (S/.)
-------	-------------	-------------

**Total**

*Instrumento 3: Costo de mantenimiento*

*Fuente: Brandom S.A.C. 2018*



Sistema de Gestión en Control y Seguridad  
**Hoja de ruta**  
**Lima – Cliente**

Código: BDM.OP.TC.HR.04

Versión: 00 – 02

Fecha: 16 – 01 – 18

Modificado por: JR

Aprobado por: RP

Página 1 de 2

Punto de partida		Instrucciones y observaciones en planta
En ruta		Instrucciones y observaciones en planta
En ruta		Instrucciones y observaciones en planta
En ruta		Instrucciones y observaciones en planta
En ruta		Instrucciones y observaciones en planta
En ruta		Instrucciones y observaciones en planta
En ruta		Instrucciones y observaciones en planta
En ruta		Instrucciones y observaciones en planta
Punto de llegada en planta		Instrucciones y observaciones en planta

*Se prohíbe la reproducción y/o modificación total o parcial de este documento sin autorización de la Gerencia.*

*Instrumento 4: Hoja de ruta*  
*Fuente: Brandom S.A.C. 2018*

Anexo: Base de Datos - SPSS

IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

13: COSTOS\_VARIABLE... Visible: 6 de 6 variables

	COSTOS_OPERATIVOS ANTES	COSTOS_OPERATIVOS DESPUES	COSTOS_FUOS ANTES	COSTOS_FUOS_DE SPUES	COSTOS_VARIABLES ANTES	COSTOS_VARIABLES DESPUES	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var	var
1	204.66	181.92	27.42	27.42	18.00	16.00													
2	177.49	117.42	60.00	30.00	148.60	132.00													
3	500.00	390.00	80.00	60.00	8.20	8.25													
4	773.16	682.00	30.00	.00	.08	.09													
5	197.42	137.42	30.00	.00	204.66	181.92													
6	500.00	390.00	-	-	150.00	150.00													
7	-	-	-	-	140.00	80.00													
8	-	-	-	-	130.00	110.00													
9	-	-	-	-	80.00	50.00													
10	-	-	-	-	-	-													
11																			
12																			
13																			
14																			
15																			
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			

Vista de datos Vista de variables

Instrumento 5: Base de Datos – SPSS  
Fuente: Elaboración propia

## Anexo de Matriz de Consistencia

Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿Qué impacto ocasiona el modelo heurístico de asignación de rutas en los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018?	Aplicar un modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018.	El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018.	Algoritmo de Clarke y Wright	Función Objetivo	$D_{(i,x)} + D_{(x,j)} - D_{(i,j)} > 0$ la ruta es factible, y por tanto existe ahorros.
				Variables restricciones	Recorrido original: $R = D(x,i) + D(i,x) + D(x,j) + D(j,x)$ - Recorrido combinado: $N = D(x,i) + D(i,j) + D(j,x)$ - Ahorro respecto a X: $A = D(i,x) + D(x,j) - D(i,j)$
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
¿Qué impacto ocasiona el modelo heurístico de asignación de rutas en los recursos empleados en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018?	Establecer un modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos fijos en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018	El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos fijos en el Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018	Costos Operativos	Costos Fijos	<b>CF: Costos Fijos.</b>  CA: costos administrativos del transporte. CC: Costos de comisiones por viaje.  $CF = CA + CC$
¿Qué impacto ocasiona el modelo heurístico de asignación de rutas en la distancia de recorrido del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018?	Establecer modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos variables del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018	El modelo heurístico de asignación de rutas minimiza los costos variables del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, en el año 2018		Costos variables	<b>CV: Costos variable</b> COM: Costo combustible del servicio CM: Costo de Mano de Obra CMMTO: Costo por Mantenimiento CIN: Costo por Incidencias (Parches o cambios de llanta, fallas eléctricas refrigerantes, etc.).  $CV = COM + CM + CMMTO + CIN$





**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **Mg. Marco Antonio Meza Velásquez** docente de la Facultad de Ingeniería y carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo campus Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada:

**"Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018"**, del estudiante **Flores Sánchez Jaenpier Leonardo**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 26% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito(a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, **02 de Julio del 2019**

**Mg. Marco Antonio Meza Velásquez**

DNI: ...06252711



Elabora: Dirección de Investigación

Revisó:



Responsable del SGC



Directorado de Investigación



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

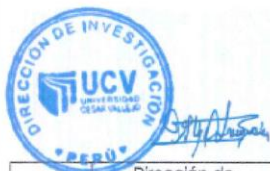
Yo **Jaenpier Leonardo Flores Sánchez**, identificado con DNI N° **74871016**, egresado(a) de la Carrera Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, Autorizo (**X**), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018**"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

  
.....  
**Jaenpier Leonardo Flores Sánchez**

DNI: **74871016**

Fecha: **21 de enero del 2019**



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Tramita	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	---------	---------------------------------







**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

**Mg. Óscar Alvarado Rodríguez**

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Jaenpier Leonardo Flores Sánchez

INFORME TÍTULADO:

“Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

Ingeniero Industrial

SUSTENTADO EN FECHA: 12/12/2018

NOTA O MENCIÓN: (13 Trece)



---

Mg. Óscar Francisco Alvarado Rodríguez

26 %

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

"Modelo heurístico de asignación de rutas para minimizar los costos operativos del Servicio de Transporte de Ruta de la empresa Brandom S.A.C, 2018"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL****AUTOR:**

Flores Sánchez Jacopier Leonardo

**ASESOR:**

Dr. Panta Salazar Javier Francisco

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ